



Schwarzwald-Baar Klinikum
Villingen-Schwenningen GmbH
Akademisches Lehrkrankenhaus der Universität Freiburg

Das Trauma-Manual

Zusammenstellung und Bearbeitung*:

Dr. med. Bernhard Kumle

Dr. med. Peter Sprunk

* auf Grundlage des Traumamanagements des Inselspital Berns: nur für den internen Gebrauch

Medizin – innovativ und kompetent.

Einführung

Aufgaben des Trauma-Teams

Schockraum-Basis-Team

Triage

Triageprinzipien

Sichtungskategorien

Erstbeurteilung

1. Primary Survey
 - a) Airway / Cervical Spine Protection
 - b) Cervical Spine Protection
 - c) Breathing and Ventilation
 - d) Circulation and Hemorrhage Control
 - e) Disability (Neurological Evaluation and Management)
 - f) Exposure / Environmental Control
2. Secondary Survey
3. Allgemeine Hinweise
 - a) Die Beurteilung des Traumapatienten
 - b) Häufige Fehler
4. Schockraum-Algorithmus

Schädel-Hirn-Trauma

1. Kopfhautverletzungen
2. Schädelverletzungen
3. Geschlossene Schädel-Hirnverletzungen
 - a) Cerebraler Perfusionsdruck (CPP)
 - b) Intrakranielle Blutung
4. Sofortmassnahmen
5. Klinische Untersuchung
6. Diagnostische Tests
 - 1) Spezifisches Management
7. Management des bewusstlosen Patienten
8. Späte Komplikationen
9. Übliche Fehler

Hals penetrierend

1. Operatives und konservatives Management
2. Primäre Untersuchungen und erstes Management
3. Diagnostische Abklärungen
4. Nicht-operatives Management
5. Häufige Fehler
6. Protokoll für penetrierende Verletzungen des Halses

Thorax

1. Behandlungsprinzipien
2. Stumpfes Thoraxtrauma
 - a) Rippenfrakturen
 - b) "Flail Chest" (Dreschflegel-Thorax)
 - c) Pneumothorax
 - d) Hämatothorax
 - e) Hämopneumothorax
 - f) Spannungspneumothorax
 - g) Lungenkontusion
 - h) Myocardkontusion
 - i) Ruptur der Aorta thoracica
3. Penetrierendes Thoraxtrauma

- a) Penetrierende Herzverletzungen
- b) Zwerchfellverletzungen
- c) Ösophagusverletzungen
- d) Indikationen zur Frühthorakotomie der penetrierenden Thoraxverletzungen

Abdomen

1. Stumpfes Bauchtrauma
2. Penetrierendes Bauchtrauma
 - a) Verletzungen mit hoher Penetrationskraft
 - b) Verletzungen mit niedriger Penetrationskraft
3. Penetrierendes Trauma des Rückens
4. Allgemeines Management

Abdomen speziell

1. Milzverletzungen
2. Leberverletzungen
3. Nierenverletzungen
4. Blasenverletzungen
5. Urethraverletzungen
6. Pankreasverletzungen
7. Kolonverletzungen
8. Rektumverletzungen

Gefäße peripher

Beckenfrakturen

1. Häufig assoziierte Verletzungen
2. Häufige Fehler

Rückenmarkläsionen

1. Einleitung
2. Inkomplette Rückenmarksläsion
3. Spezifische Frakturen im zervikalen Bereich
 - a) Fraktur des Atlas
 - b) Densfraktur
 - c) "Hangman fracture"
 - d) Dislokation C7 bis Th I
 - e) Thorakolumbale Verletzungen
4. Diagnostik
5. Allgemeine Therapie
6. Prognose

Maxillofazial

1. Luftweg
2. Epistaxis
3. Weitere Probleme
4. Hyphaema und direkte Bulbusverletzungen

Nervenverletzungen

1. Allgemeine Begriffe
2. Gemischte Hirnnervenverletzungen
3. Gemischte periphere Nervenverletzungen
4. Verletzung des Sympathischen Grenzstranges

Weichteile

1. Ausgedehntes Weichteiltrauma
 - a) Systemische Komplikationen
 - b) Lokale Komplikationen
 - c) Abklärungen, Monitoring
 - d) Therapie
2. Schnittverletzungen
 - a) Primärverschluss
 - b) Verzögerter Primärverschluss

- c) Sekundärverschluss
- 3. Bisswunden (Tier, Mensch)
 - a) Bakteriologie
 - b) Prognose
 - c) Therapie
 - d) Tollwutprophylaxe

Kompartiment

- 1. Definition
- 2. Ätiologie
- 3. Lokalisationen
- 4. Anatomie der Muskelkompartimente am Unterschenkel
- 5. Klinik (6 P's)
- 6. Differentialdiagnose
- 7. Abklärungen
- 8. Therapie
- 9. Häufige Fehler

Schussverletzung

- 1. Definitionen
- 2. Verletzungsmechanismus
- 3. Bomben Explosionen
- 4. Schussverletzungen
 - a) Therapie
 - b) Anmerkungen

Verbrennungen

- 1. Allgemeines
- 2. Sofortmassnahmen
- 3. Abschätzung der verbrannten Körperoberfläche

Verbrennungen speziell

- 1. Stromunfälle
 - a) Allgemeines
 - b) Therapie und Diagnose
- 2. Blitzschlag
- 3. Verbrennungen bei Kindern

Oesophagus

- 1. Therapie
- 2. Batterie Ingestion

Noteingriffe

- 1. Intubation
 - a) Material
 - b) Vorbereitung
 - c) Durchführung
 - d) Probleme
 - e) Lagekontrolle
 - f) Schnellintubation = Rapid Sequence Induction
- 2. Cricothyreoidotomie (Koniotomie)
 - Indikation
- 3. Tracheotomie
- 4. Thorakotomie
- 5. Zugang venös
 - a) Vena subclavia Katheterisierung
 - b) Vena Jugularis interna
 - c) Intraossäre Kanülierung

Trauma im Alter

1. Generelle Probleme
2. Spezielle Probleme
3. Häufige Fehler

Trauma beim Kind

1. Physiologische Unterschiede zum Erwachsenen
2. Primary Survey
3. Spezielle Probleme beim Schädel-, Thorax- und Abdominaltrauma

Schwangerschaft

1. Spezielle Probleme
2. Untersuchungen
3. Therapie
4. Übliche Fehler

Einführung

Die Behandlung Schwerverletzter erfordert einen raschen Einsatz der lebensrettenden Behandlungsstrategien.

Wichtige präklinische Informationen:

- Art des Unfalls
- Anzahl, Alter und Geschlecht der Verletzten
- Beschwerdebild und Art der Verletzungen
- kardiopulmonaler Status der Verletzten
- Bewusstseinsstatus
- bisherige Therapie und deren Effekt
- geschätzte Ankunftszeit in der Klinik

Aufgaben des Trauma-Teams

- Erkennen und Beheben lebensbedrohlicher Verletzungen
- Erkennen und Beheben lebensbedrohlicher Verletzungen
- Wiederbelebung des Patienten und Stabilisierung der Vitalparameter
- Beurteilung der Art und des Ausmaßes von Begleitverletzungen
- Einteilung der Verletzungen in Abhängigkeit von der Dringlichkeit
- Vorbereitung und ggf. Transport des Patienten zum Ort der definitiven Therapie (OP/Intensivstation)

Schockraum-Basis-Team

- 1 Facharzt Chirurgie/Unfallchirurgie
- 1 Arzt in Weiterbildung Chirurgie
- Facharzt Anästhesie
- 2 Fachpflegekräfte Notaufnahme
- 1 Fachpflegekraft Anästhesie
- 1 Röntgen-MTA
- im Hintergrund: Labor und Blutbank 24 h tgl. verfügbar

erweitertes Schockraum-Team: Neurochirurgie, Viszeralchirurgie, Thoraxchirurgie, Gefäßchirurgie, Radiologie, Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie, Urologie, Augenheilkunde, HNO, OP-Personal

Triage

Sichtung von Patienten gemäß ABCDE's und der verfügbaren Ressourcen.

mehrere Verletzte

Die Anzahl der Verletzten und die Schwere der Verletzungen übersteigt nicht die Kapazitäten und Fähigkeiten der aufnehmenden Klinik. In dieser Situation werden Patienten, die sich in einem lebensbedrohlichen Zustand befinden bzw. polytraumatisiert sind, zuerst behandelt

Massenanfall von Verletzten (MANV)

Die Anzahl der Patienten und die Schwere der Verletzungen übersteigt die Kapazitäten und Fähigkeiten der aufnehmenden Klinik. In dieser Situation werden die Patienten, welche die größte Überlebenschance haben, bei geringst möglichem Aufwand an Zeit, Material und Personal, zuerst behandelt.

Triageprinzipien

- 1. Grad der Lebensbedrohung durch die Verletzung (ABCDEs of care):** Atemstörung; starker, andauernder Blutverlust, Bewusstseinsstörung
- 2. Schwere der Verletzungen:** Blutungen, dislozierte Frakturen, Polytrauma
- 3. Überlebenschancen:** Bei Mangel an Rettungskräften wird möglicherweise Schwerstverletzten eine niedrigere Behandlungspriorität gegeben.
- 4. Ressourcen-Fähigkeiten des Personals und Ausrüstung:** Patienten, deren Verletzungsschwere die verfügbaren Ressourcen übersteigen, wird eine niedrigere Behandlungspriorität gegeben. Ziel ist beim MANV möglichst viele Patienten in möglichst kurzer Zeit und mit möglichst geringen Mitteln zu versorgen.
- 5. Zeit, Entfernung, Umfeld:** Eine rasch zu behandelnde Verletzung kann mit höherer Priorität versorgt werden, obwohl diese von geringerer Schwere sein mag.

Sichtungskategorien

Rettungsdienstesinsatz	Kategorie	Katastropheneinsatz
vital Bedrohte dringliche Soforttherapie	rot	Behandlungspriorität z.B. Spannungspneumothorax, schwere äußere Blutung, schwerer Schock Kreislaufstillstand
Schwerverletzte nicht vital bedroht	gelb	Transportpriorität <i>höhere Transportpriorität</i> z.B. SHT, WS-Trauma, Abdominaltrauma, innere Blutungen, größere Gefäß- verletzung, offene Fraktur <i>niedrigere Trsp.-Priorität</i> z.B. Augenverletzungen, große Weichteil- verletzungen, Verbrennungen (15-30%) geschlossene Fraktur
Leichtverletzte Sammelüberwachung	grün	verzögerte Behandlung z.B. SHT I, Verbrennungen (bis 15%), einfache Frakturen, Prellungen, Zerrungen, kleine Weichteilverletzungen
Verstorbene	blau/schwarz	abwartende Behandlung z.B. schweres Polytrauma, schwere ZNS- Verletzungen, hohe Querschnittslähmung, Eröffnung von Körperhöhlen, schwere Verbrennungen

Erstbeurteilung

Beim schweren Trauma müssen die initiale Beurteilung und Sofortmassnahmen oft gleichzeitig durchgeführt werden (Primary Survey). Das initiale Schwergewicht liegt darin lebensbedrohliche Zustände zu erkennen und zu behandeln. Nachdem die erste Beurteilung durchgeführt und die initiale Therapie eingeleitet worden ist erfolgt die Abklärung von weiteren Verletzungen (Secondary Survey).

Arbeitsdiagnose „Polytrauma“

Kategorie I	Kategorie II	Kategorie III
Unfallmechanismus	Vitalparameter	Klinisch offensichtliche Verletzungsmuster
<i>Sturz aus großer Höhe ($\geq 5m$)</i>	SAP < 80 mmHg (Schock)	Instabiler Thorax
Verkehrsunfall 1. Mit hoher Geschwindigkeit 2. Gegen LKW 3. Als Fußgänger oder Radfahrer überfahren (nicht angefahren bzw. touchiert)	Spontanatemfrequenz < 10/min oder >29/min	Offener Thorax Offenes SHT
<i>Sonderfall PKW-Unfall</i> 1. In Fahrzeug eingeklemmt 2. Mit Fahrzeug überschlagen 3. Frontal gegen anderen PKW 4. Ejektion aus dem Fahrzeug 5. Tod eines Beifahrers	Sauerstoffsättigung < 90%	Offenes Abdomen
<i>Sonderfall Einklemmung, Verschüttung oder Explosionsverletzung</i>	Patienten primär bewußtlos (GCS \leq 8) und intubiert	- Instabiles Becken - Brüche von mehr als einem Röhrenknochen an den Beinen - Proximale Amputation von Arm oder Bein

I. Primary Survey

Die Erstbeurteilung erfolgt gemäss den **ATLS® – Advanced Trauma Life Support** – Richtlinien (A,B,C,D,E), wobei die englischen Stichwörter und Ausdrücke beibehalten werden. Ein einheitliches Beurteilungssystem (A,B,C,D,E) sollte hiermit global erreicht werden.

- » **Airway Maintenance with Cervical Spine Protection**
(Atemwegsicherung und Stabilisierung der Halswirbelsäule)
- » **Breathing and Ventilation**
(Atmungskontrolle und eventuell Beatmung)
- » **Circulation and Haemorrhage Control**
(Kreislaufbeurteilung und Blutungskontrolle)
- » **Disability / Neurological Status**
(Neurologische Beurteilung)
- » **Exposure / Environmental Control**
(Ganzkörperbeurteilung)

a) Airway / Cervical Spine Protection

Atemwegsicherung und Stabilisierung der Halswirbelsäule

- 1) Rachen und Mund säubern Kinn anheben (cave Halsextension wegen spinalen Verletzungen); der Güdel Tubus hat eine limitierte Indikation (Erbrechen, Aspiration)
- 2) Intubation (GCS <8 und/oder insuffiziente Spontanatmung). Grösse 8-9 für erwachsene Männer, 7 für Frauen, oder die Grösse des kleinen Fingers ohne Rücksicht auf das Alter.
- 3) Wenn die endotracheale Intubation nicht möglich ist (z.B. bei schweren Gesichtsverletzungen) -> Koniotomie (s. Lebensrettende Notfalleingriffe)
- 4) Pulsoxymeter

b) Cervical Spine Protection

Mit HWS-Verletzungen ist zu rechnen bei:

- Verkehrsunfall
- Schädelhirntrauma
- Sturz
- Gewisse Sportarten (Schwingen, Klettern...)

Vermeide grobe Manipulationen am Kopf und Hals. Gebrauche harte Kragen, um den Hals zu immobilisieren, bei unklaren Befunden muss der ganze Körper mit einer Vakuummatratze immobilisiert werden.

c) Breathing and Ventilation

Atmungskontrolle und eventuell Beatmung

- 1) Inspektion (Thoraxwandbewegung, Tracheadeviation)
- 2) Palpation (Rippen, Sternum, BWS, Emphysem)
- 3) Auskultation (Pneumothorax)
- 4) Perkussion (Hämatothorax)

Folgende lebensbedrohliche Situationen müssen beim Primary Survey erkannt werden:

- 1) Spannungspneumothorax: Initiale Dekompression mit einer Nadel durch den 2. oder 3. ICR medioclavikulär, dann Thoraxdrainage.
- 2) Instabiler Thorax: Intubation und Ventilation bei Hypoxie.
- 3) Saugende oder blasende Wunden in der Thoraxwand: offen lassen! (cave Spannungspneumothorax). Kein Übernähen oder dichtender Verband bevor eine Thoraxdrainage eingelegt ist.

d) Circulation and Hemorrhage Control

Kreislaufbeurteilung und Blutungskontrolle

- 1) Hautfarbe, Puls, Blutdruck, Sensorium
- 2) Kontrolliere eine externe Blutung durch direkten Druck.
- 3) Bei penetrierenden Verletzungen des Halses, mit Verdacht auf Venenverletzungen, muss der Patient in Trendelenburglage mit Kopf tief gebracht werden, um Luftembolien zu vermeiden.
- 4) Beim Schock Einlage von mindestens zwei grosslumigen (G14/G16) intravenösen Leitungen und Beginn mit Volumensubstitution (Jonosteril oder Voluven schnell).

Versagen des Pumpsystems (Kardiogener Schock)

Bei Traumapatienten mit Schock ohne Blutverlust: Tiefer Blutdruck mit Hals – und peripherer Venenstauung:

- 1) Myokardkontusion
- 2) Spannungspneumothorax
- 3) Myokardinfarkt

- 4) Luftembolie
- 5) Herztamponade

* Luftembolie: In Folge Verletzungen von grösseren Venen, der Lungen und durch einen tiefen Druck in den Herzkammern. Gelegentlich kann eine iatrogene Ursache bestehen, z.B. durch das Einlegen eines zentralvenösen Katheters. Plötzliche Verschlechterung des Patienten bei den obgenannten Problemen sollten den Arzt auf die Möglichkeit einer Luftembolie denken lassen. Manchmal werden „Mühlradgeräusche,“ über dem Herz auskultiert.

Behandlung

- 1) Trendelenburgposition
- 2) O₂-Gabe
- 3) Adrenalin-Bolus (10 - 100 µg [99 ml NaCl 0,9% + 1 mg = 1ml Adrenalin → 1ml = 10 µg] bzw. je nach Wirkung)
- 4) Evt. Thorakotomie und direkte Luftaspiration vom Herzen

Volumenverlust

- Externer Blutverlust.
- Interner Blutverlust.
- Verlust des vaskulären Tonus (z.B. neurogener Schock nach spinalem Trauma).

Beim hypovolämen Schock ist der venöse Zugang und die Volumensubstitution von eminenter Bedeutung. Installation von 2 oder mehr dicken (orangen) intravenösen Leitungen. Zentraler Zugang durch Punktion der V. Femoralis oder der V. Subclavia, wobei ersterer sicherer ist. **CAVE: bei Punktion der V. Subclavia kann im Schock ein eventueller Spannungspneumothorax verkannt werden!!**

Bei Patienten mit Hals- oder Armverletzungen sollte der intravenöse Zugang in den gegenüberliegenden Arm gelegt werden, um die Extravasation der infundierten Flüssigkeit von einer zentralen Venenverletzung zu vermeiden.

Die Infusionsrate ist abhängig von der Länge und des Durchmessers des eingelegten Katheters und **nicht** von der Größe der Vene.

Primäre Gabe eines Flüssigkeitsbolus von **2L Jonosteril** (Ersatz von 600 ml Blutverlust) (20ml/kg bei Kindern) oder **1L Voluven**. Bei weiter persistierender Hypotonie und Immobilität -> Bluttransfusion oder Operation! Zu erwägen: small volume resuscitation mit **Hyperhes 250 ml**.

Blut

O Rh neg Blut nur für extreme lebensrettende Massnahmen indiziert (10 Beutel O Rh neg. Blut stehen in jedem Labor (V+S) auf Abruf zur Verfügung, 2 Minuten). Auch in einer extremen Notfallsituation ist das Ziel ABO- und Rhesusidentisches Blut zu transfundieren. So rasch wie nur möglich muss beim transfusionsbedürftigen Patienten 1 Röhrchen Testblut abgenommen werden, damit der Pat. spätestens nach 4 Einheiten O Rh neg. gruppengleich, d.h. ABO und Rhesus identisch transfundiert werden kann.

Type und Screen Bluttest (Typisiertes und cross matched Blut ist nach 30 Minuten bereit)

Gebrauche Mikrofilter um Mikroembolien der Lungen zu vermeiden. Das Blut sollte gewärmt werden.

Hypothermie verschlimmert die Azidose, induziert Arrhythmien, verschiebt die Oxyhämoglobin-dissoziation nach links und senkt die Thrombozyten- und Gerinnungsfunktion.

Bei schwerer Hypovolämie Ranger Schnellblutwärmer!

Herzstillstand

Ultimative Thorakotomie und innere Herzmassage beim penetrierenden Trauma. Die äussere Herzmassage in der Klinik und Schockraum bei Traumatopatienten mit penetrierenden Verletzungen ist zu wenig wirkungsvoll. Sehr selten erfolgreich beim stumpfen Thoraxtrauma.

e) Disability (Neurological Evaluation and Management)

- Neurologische Beurteilung
- Beurteile den Bewusstseinszustand (Glasgow Coma Scale)
- Pupillen (cave Okkulomotriusparese)
- Seitendifferenz und Niveau
- Beurteile und korrigiere so schnell als möglich Hypotonie und Hypoxie um sekundäre Hirnschädigungen zu minimieren.

f) Exposure / Environmental Control (Ganzkörperbeurteilung)

Entferne alle Kleider vom Patienten für die korrekte und vollständige Beurteilung.

Der Patient muss warm gehalten werden mit warmen Decken oder einer Rettungsdecke und warmen iv.-Lösungen .

2. Secondary Survey

- Nach vollständigem Primary Survey (ABC's) und erfolgreicher Wiederbelebung.
- Unter secondary Survey versteht man die vollständige Beurteilung von Kopf bis Fuss (Kopf und Hals, Thorax, Abdomen, Rücken, rektale und vaginale Untersuchung und muskuloskeletales System).

3. Allgemeine Hinweise

a) Die Beurteilung des Traumapatienten

- Oft schwierig bei Intoxikation, Schock oder Schädel-Hirn-Trauma.
- Der Patient muss **vollständig** entkleidet werden. Ernsthafte Verletzungen können sonst übersehen werden.
- Eine offensichtliche Wunde sollte nicht von einer weniger offensichtlichen aber vielleicht gefährlicheren anderen Verletzung ablenken.

1. Schädel-Hirn-Trauma:

- Korrigiere jeden Zustand, der eine Hirnverletzung verschlimmert (z.B. Schock, inadäquate Beatmung, Pneumothorax etc).
- Halswirbelsäulenverletzungen sind ein häufiges Begleitproblem. Korrektes Anpassen eines harten Halskragens, Kopf und Hals in neutraler Lage halten bis eine zervikale Verletzung ausgeschlossen wird.
- Kopfverletzungen allein verursachen keine Hypotension ausser im Terminalstadium. Beim schockierten Patient sind eine Blutungsursache, ein kardiales Problem oder ein begleitendes HWS-Trauma auszuschliessen.

2. Frakturen:

- Fixation aller schweren Frakturen so früh wie möglich. Dies reduziert den Schmerz, vermindert die Blutung und minimiert den neurovaskulären Schaden.
- Beckenfrakturen oder Femurfrakturen gehen mit einem signifikanten Blutverlust einher.
- Frühe operative Fixation von grösseren Frakturen senken die Morbidität, Mortalität und Hospitalisationsdauer.

b) Häufige Fehler

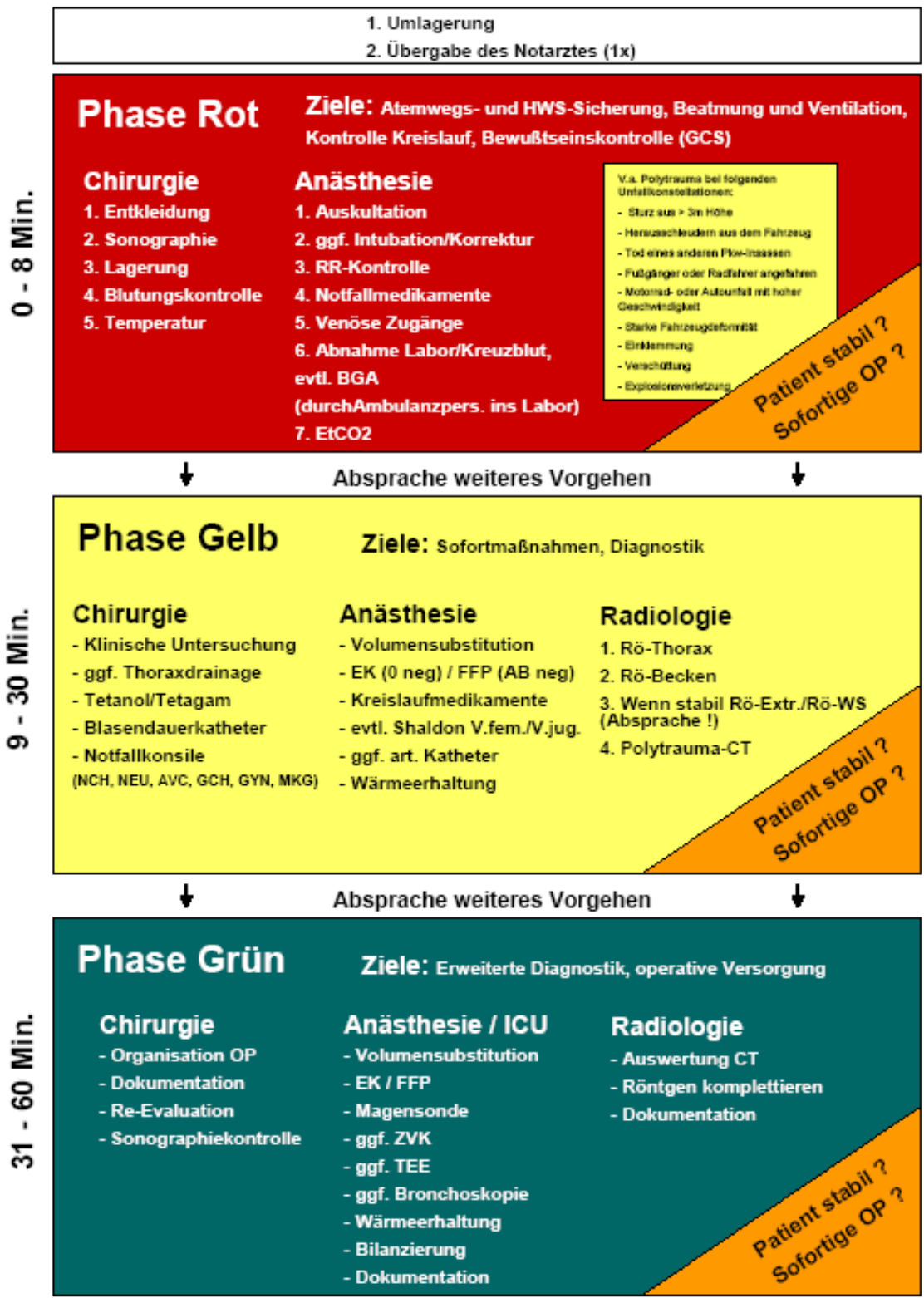
- Einlage eines oropharyngealen Tubus bei starken Würgreflexen. Problem: Erbrechen und Aspiration
- Tracheostomie in Notfallsituationen: Problem: Es vergehen Minuten, auch beim Geüben! Vorgehen der Wahl: Koniotomie.
- HWS: Weiche Halskragen bieten keinen Schutz, harte Halskragen bieten einen gewissen Schutz. Am besten totale Körperfixation in Vakuummatratze (nur präklinisch).
- Äussere Herzmassage beim penetrierenden Trauma: wenig wirkungsvoll! Verfahren der Wahl: Thorakotomie und innere Herzmassage.
- Verbinden oder Nähen von offenen Thoraxwunden vor Thoraxdrainageeinlage. Problem: Spannungspneumothorax!
- Beurteilung des Polytraumatisierten ohne die Kleider zu entfernen. Problem: Ernsthafte Verletzungen werden übersehen!
- Unterlassen der vaginalen oder rektalen Untersuchung, vor allem bei Beckenfrakturen. Problem: Ernsthafte Verletzungen werden übersehen!

4. Schockraum-Algorithmus



Schockraum-Algorithmus

Schwarzwald-Baar Klinikum Villingen-Schwenningen



BKU, SPR 03/06

Schädel-Hirn-Trauma

1. Kopfhautverletzungen

- Laceration der Kopfhaut kann mit einem signifikanten Blutverlust einhergehen. Versorgung mit tiefen Einzelknopfnähten (nicht Donati oder Allgöwer!) mit einem starken, nicht resorbierbaren Faden (z.B. Prolene 3-0).
- Hämatome unterhalb der Galea können eine erhebliche Grösse erreichen und haben ein beträchtliches Infektionsrisiko. Keine Aspiration vornehmen.
- Kopfhautinfekte können sich via Kommissurvenen nach intrakraniell ausbreiten.

2. Schädelverletzungen

Schädelfrakturen werden entsprechend ihrer Lokalisation in Brüche der Schädelkalotte und der Schädelbasis unterteilt. Der Ort und die Integrität der darüber liegenden Haut wird beschrieben.

Eine Kalottenfraktur kann durch die digitale Exploration der Wunde, radiologisch oder klinisch diagnostiziert werden. Die Diagnose der Basisfrakturen ist in der Regel *klinisch*.

- Cerebrospinalflüssigkeitleckage durch Nase oder Ohr.
- Periorbitale Ecchymose (Brillenhämatom, Waschbärenaugen).
- Retroaurikuläre Suffusionen (Battle's sign)
- Inspektion äusserer Gehörgang und Trommelfell (Hämatotympanon)
- Fraktur des Os temporale: Gefahr der Verletzung der A. meningea media mit Epiduralhämatom (zweizeitiger Verlauf)

3. Geschlossene Schädel-Hirnverletzungen

- 1) **Comotio Cerebri** (Hirnerschütterung): Mechanisch induzierter kurzfristiger Funktionsverlust zerebraler Funktionen (< 1h) ohne pathologisch-anatomisch fassbare Veränderungen.
- 2) **Contusio Cerebri** (Hirnprellung): Quetschung der Hirnoberfläche unter einer Fraktur oder unterhalb der Oberfläche des Lobus frontalis oder temporalis durch Scherkräftwirkungen mit fassbaren Gewebsschädigungen und Bewusstlosigkeit von > 1h.
- 3) Laceration: Heraustreten von Hirnsubstanz.
- 4) Hirnödem: Es entsteht einerseits durch die vorübergehende Störung der Blut-Hirn-Schranke (vasogenes Oedem) sowie durch posttraumatische Depolarisation mit folgender Gliazellschwellung (intrazelluläres Oedem). Es hat erhöhten intrakraniellen Druck zu Folge, der zu verminderter Hirndurchblutung oder zur Hirnherniation führen kann. (Norm < 10 mm Hg, therapiebedürftig ab 15-20 mmHg, infaust über 50 mm Hg in der Regel)

Hirnverletzungen werden folgendermassen klassifiziert:

1. Primäre Hirnverletzung. Es tritt auf zum Zeitpunkt des Unfalls und ist irreversibel (z.B. Laceration, Kontusion, axonale Verletzung der weissen Substanz durch Scherkräfte).
2. Sekundäre Hirnverletzungen: Diese treten zu einem späteren Zeitpunkt auf und können verhütet werden oder sind reversibel, worauf die neuroprotektive Therapie basiert.

Gründe für sekundäre Hirnverletzungen:

1. Extrakranielle Faktoren: Schock, Hypoxämie, Hyperkapnie
2. Intrakranielle Faktoren: Hämatom, Hirnödem, Infektion, Hydrocephalus

a) Cerebraler Perfusionsdruck (CPP)

- CPP = mittlerer arterieller Druck - intrakranieller Druck.
- Bei erhöhtem Hirndruck ist ein CPP von >70 mm Hg nötig um eine adäquate Hirnperfusion sicherzustellen.

b) Intrakranielle Blutung

1. Epiduralhämatom:

tritt meist durch Verletzungen der A. meningea media oder ihrer Äste oder der venösen Sinus auf. Oft assoziiert mit Schädelfrakturen der Temporal- oder Parietalregion. Klassische Anamnese mit Comotio, kurzem (Std.) freiem Intervall und sekundärer Verschlechterung der Bewusstseinslage, homolateraler Pupillendilatation und eventuell kontralateraler Hemiparese. Im CT findet sich typischerweise eine hyperdense Läsion mit Verlagerung der Mittellinie in *bikonvexer* Form.



2. Subduralhämatom

a) Akutes Subduralhämatom:

Es tritt in den ersten Stunden auf. Die Blutung ist eine kortikale Arterien- oder Venenverletzung. Meist ist das SHT schwerer als beim Epiduralhämatom mit Coup- und Contrecoup- Herd. Die Verletzten sind meist schon primär bewusstlos. Die Symptome sind ähnlich wie bei dem Epiduralhämatom mit Hemiparese, Pupillendilatation mit Lichtstarre. Im CT erscheint es halbmondförmige, hyperdense Läsion.

b) Chronisches Subduralhämatom:

Es kann viele Tage, Wochen oder Monate nach dem Unfall auftreten. Häufiger bei älteren Patienten. Die Symptome beginnen mit Kopfschmerzen, Desorientiertheit mit manchmal rascher Bewusstseinsminderung mit Halbseitensymptomatik. Patienten unter oralen Antikoagulation können spontan ein chronisches Subduralhämatom entwickeln. Im CT findet sich eine halbmondförmige, hypodense Läsion.



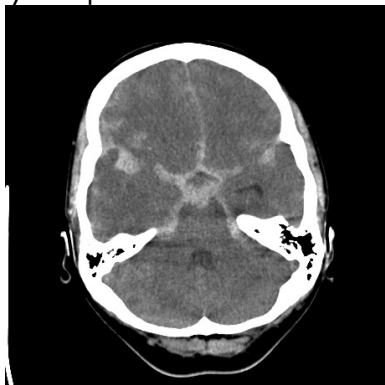
3. Intrakranielle Hämatome:

Treten meist in Zusammenhang mit einer Hirnkontusion vor, in der Umgebung kann sich ein Oedem entwickeln.



4. Subarachnoidale Hämorrhagie:

Sie zeigt sich oft mit Symptomen und Zeichen des Meningismus: Kopfschmerz, Photophobie, Genickstarre, Fieber. Im CT erscheint es als lineare, hyperdense Areale, die den Sulci folgen. Das Blut wird meist durch die CSF absorbiert. Es kann einen späten Hydrocephalus durch Obstruktion der CSF-Zirkulation verursachen.



Ein grosses Problem bei Patienten mit intrakraniellen Hämatomen ist die Herniation des Temporal-lappens durch das Tentorium (tentorielle Herniation) mit Kompression des Hirnstammes.

Symptome und Zeichen:

- Dilatation der Pupillen (Kompression des III. Hirnnerven)
- Tiefere Bewusstlosigkeit (Kompression der Formatio retikularis)
- Kontralaterale Hemiparese (Kompression des cerebralen Pedunkulus)
- Bradykardie
- Erhöhter Blutdruck
- Unregelmässige Atmung
-

4. Sofortmassnahmen

Der funktionelle Outcome des Schädel-Hirn-Traumas hängt zum wesentlichen Teil von der initialen adäquaten Therapie ab. Die ABC's (Airway mit Neck Protection, Breathing, Circulation) haben *immer* Priorität.

1. Sicherung der adäquaten Atmung, Kontrolle einer externen Blutung, Korrektur der Hypotonie, Thoraxdrainage. (Hypotonie und Hypoxie verschlechtern die Prognose). Intubiere und beatme einen Patienten mit einem GCS ≤ 8 , moderate Hyperventilation (PaCO₂ 32-35 mmHg)
2. Oberkörperhochlagerung bis 15-30 Grad, wenn ein suffizienter Kreislauf vorhanden ist.
3. Hals und Kopf bleiben immer in Neutralstellung. Harter Halskragen bis eine Halswirbelsäulenverletzung ausgeschlossen ist.
4. SHT alleine *verursachen keine Hypotonie* ausser im Terminalstadium oder in Kombination mit Halswirbelsäulenverletzungen. Wenn eine Hypotonie besteht muss nach einer äusseren oder inneren Blutung oder eine Wirbelsäulenverletzung gesucht werden.
5. Magensonde, um eine Magenüberblähung und Aspiration zu vermeiden. Bei Schädelbasisfrakturen oder komplexen Gesichtsfrakturen über den orotrachealen Weg.

5. Klinische Untersuchung

1. Beurteilung des Bewusstseinszustand -> Glasgow Coma Scale (GCS). Der minimale Wert beträgt 3, der maximale 15. Ein Score von 8 oder weniger bedeutet eine ernste Hirnverletzung.
2. weitere Vitalzeichen (Blutdruck, Puls, Atmung, Temperatur).
3. Pupillen (Grösse, Lichtreaktion).
4. Cerebrospinalflüssigkeits-Verlust durch Nase und/oder Ohren?
5. Ecchymose um die Augen oder hinter den Ohren (Basisfrakturen)?
6. Untersuchung der Hirnnerven.
7. Ausschluss einer HWS-Verletzung aus (Nackenschmerzen, Meningismus, Empfindlichkeit, Paralyse sind verdächtige Zeichen).
8. Gliedmassen (Kraft, Tonus, Reflexe).
9. Begleitverletzungen.

Glasgow Coma Scale**Augen öffnen**

spontan	4 Punkte
auf Aufforderung	3 Punkte
auf Schmerzreiz	2 Punkte
keine Reaktion auf Schmerzreiz	1 Punkt

Beste verbale Kommunikation

konversationsfähig, orientiert	5 Punkte
konversationsfähig, desorientiert	4 Punkte
inadäquate Äußerung (Wortsalat)	3 Punkte
unverständliche Laute	2 Punkte
Keine Reaktion auf Ansprache	1 Punkt

Beste motorische Reaktion

auf Aufforderung	6 Punkte
auf Schmerzreiz, gezielt	5 Punkte
auf Schmerzreiz, abnorme Abwehr	4 Punkte
auf Schmerzreiz, Beugeabwehr	3 Punkte
auf Schmerzreiz, Streckesynergismen	2 Punkte
keine Reaktion auf Schmerzreiz	1 Punkt

6. Diagnostische Tests

- Schädelübersichtsröntgen nur wenn das CT nicht verfügbar ist (kann Frakturen zeigen, Luft intrakraniell, verschobene oder kalzifizierte Mittellinie). Eine lineare Fraktur erhöht das Risiko eines intrakraniellen Hämatoms um einen Faktor 400!
- Initial keine Koronar CT! (nur Schädel CT), z.B. zur Beurteilung von Gesichtsfrakturen (begünstigt tentorielle Einklemmung durch Reklination des Kopfes)
- HWS-Röntgen für alle bewusstlosen Patienten und jene mit verdächtigen Symptomen (Druckdolenz, neurologische Ausfälle).
- Computertomographie: Sie ist das wichtigste diagnostische Werkzeug. Indikationen, wenn die Möglichkeiten vorhanden sind;
 - Bewusstseinsverlust
 - Amnesie
 - schwere Kopfschmerzen und fokale Ausfälle
- Eine weitere CT kann auch zu einem späteren Zeitpunkt nötig werden bei Zustandsverschlechterung des Patienten.
- Karotisangiogramm (limitierte Indikation seit den Fortschritten in der CT durch AngioCT). Diese Untersuchung wird wichtig bei penetrierenden Verletzungen, vor allem bei zurückgelassenen Messerklingen oder bei Schussverletzungen.
- Lumbalpunktion. Zur Diagnose einer subarachnoidalen Hämorrhagie oder einer Meningitis. Kontraindikation bei erhöhtem intrakraniell Druck!

a) Spezifisches Management

- Alle Patienten mit Kalottenfrakturen, anamnestisch Bewusstseinsverlust, signifikanten Kopfschmerzen, Amnesie, Bewusstseinstörung, fokale Defizite sollten eingewiesen werden. Im Zweifelsfall, z.B. bei Kindern oder bei Betrunknenen -> 24h Spitalüberwachung.
- Geschlossene Frakturen, unkompliziert: symptomatisches Management, Ueberwachung für 2-3 Tage, keine Antibiotika.
- Zusammengesetzte, unkomplizierte Frakturen: Ueberwachung für 2-3 Tage, Single-shot Antibiotikaprophylaxe (Cefuroxim, Zinacef 1.5 g i.v.), primäre Versorgung der Hautverletzung.

4. Basisfrakturen: Single-shot Antibiotikaprophylaxe (Cefuroxim, Zinacef 1.5 g i.v.). Keine Nasentamponade oder Ohrentamponade vornehmen, um eine Leckage zu stoppen wegen der Gefahr einer Meningitis. Patienten in halbsitzende (30°) Stellung bringen. Wenn eine CSF-Leck länger als 10 Tage persistiert, ist die chirurgische Intervention angezeigt.

5. Impressionsfrakturen: Bei einer Impressionsfraktur > Kalottenbreite ist die Elevation angezeigt. Die Elevation ist nicht indiziert bei geschlossenen, wenig imprimierten Frakturen. Sie verbessert weder den neurologischen Outcome, noch das Risiko einer posttraumatischen Epilepsie.

6. SHT mit prolongiertem Coma oder mit mechanischer Beatmung: Die meisten Autoren empfehlen eine antikonvulsive Therapie (Phenytoin Bolus 500 mg i.v. über 10 Min, dann 750 mg i.v. über 6h, dann 5x100 mg per os /5 Tage, dann 3x 100 mg per os) für die Dauer des Coma oder der Beatmung.

7. Posttraumatische Anfälle: Kontrolle mit Diazepam (Valium 10mg weise i.v. oder i.m.) oder Phenytoin. Frühe Anfälle (innerhalb von 7 Tagen) verlangen keine antikonvulsive Langzeittherapie. Eine antikonvulsive Prophylaxe verhindert keine Epilepsie.

8. Ein steckender Fremdkörper im Schädel: **NICHT** entfernen. Dies sollte im OP durch einen Neurochirurgen durchgeführt werden nach vorangegangenem Angiogramm.

9. Offensichtliche Hirnstammdysfunktion (Bewusstseinstörung, fixierte, dilatierte Pupillen, lokalisierte Zeichen, Bradykardie, hoher Blutdruck):

Mannitol (0.5g-1g/kg KG über die Dauer von 20 Minuten), senke den Pa CO₂ auf ≈ 32 mmHg. Sollte sich der Patient rasch verschlechtern sofort neues Schädel CT.

10. Erhöhter intrakranieller Druck: Der normale intrakranielle Druck (ICP) liegt unter 15 cm H₂O. Eine Behandlung sollte bei einem Druck > 15 cm H₂O begonnen werden. Ein hoher ICP hat eine schlechte Prognose. Der erhöhte Hirndruck ist am gefährlichsten in den ersten 2 Tagen nach dem Trauma.

Möglichkeiten:

- Korrektur jeder Hypovolämie oder Hypoxämie.
- Chirurgische Evakuation einer drainierbaren Massenläsion (z.B. Hämatom).
- Oberkörper erhöht (15-30°), nur bei normotensiven Patienten.
- Achte auf Normo- bis leichte Hypothermie (>35°) - dies reduziert den cerebralen Metabolismus.
- Mannitol 0.5g - 1g / KG
Kontrolliere die Serumosmolalität (<320mosmol/L) und das Serumnatrium.
- Während trachealem Absaugen sollte der Patient sediert werden, um einer Erhöhung des ICP vorzubeugen. Wenn nötig muss pharmakologisch paralytisiert werden. (Siehe Algorithmus des Management der intrakraniellen Hypertonie).
- Senken des PaCO₂ auf 32 mm Hg durch Hyperventilation (Hypokapnie verursacht Vasokonstriktion der Cerebralf Gefäße, was den ICP senkt).
- Versuch den CPP > 70 mm Hg zu halten.
- Therapeutische Optionen für refraktäre intrakranielle Druckerhöhung: Hypothermie, hypertensive CPP Behandlung.
- Nausea und Erbrechen sind üblich bei Kindern. Dies hat keine Relevanz. Behandlung symptomatisch.
- Unruhe: Ausschluss von Schmerzen, einer übervollen Blase, komprimierende Gipsschienen, Hypoxämie: Wenn keines der obenerwähnten Probleme besteht: Haldol mg weise i.v. (cave Hypotonie).
- Kopfschusswunden haben eine schlechte Prognose bei folgenden Zeichen:
 - erhöhter ICP.
 - CT -Befunde: Mittellinienverschiebung, Kompression der basalen Zisternen, subarachnoidale oder intraventrikuläre Blutung, Densität > 15.
- Diabetes Insipidus (häufig beim Coma dépassé): Er kann sehr früh oder spät nach dem SHT auftreten. Charakterisiert durch Polyurie, hoher Urinosmolalität, tiefer Serumosmolalität. Die Behandlung erfolgt mit Vasopressin.

Anmerkung:

1. Ein neurochirurgisches Konsilium immer beim schwereren Schädelhirntrauma, wenn eine Verschlechterung des Bewusstseinszustandes auftritt oder fokale Ausfälle einer Läsion auftreten.

2. Indikation für das CT: GCS 14 (evtl. 15) oder weniger, Verschlechterung des Bewusstseinszustandes, Konvulsionen, zunehmende Kopfschmerzen, keine Verbesserung der Bewusstseinstörung und neurologische Zeichen.

3. Erhebliche SHT, Patienten die zuerst wegen einem anderen schweren Trauma operiert werden müssen: Monitoring des ICP, engmaschige neurologische Überwachung.

7. Management des bewusstlosen Patienten

1. Luftwegssicherung: Intubation GCS < 8.

2. Infusionen und Elektrolyte. NaCl 0.9%. Vermeide übermäßige Kristalloidzufuhr, Dehydratation oder Elektrolytverschiebungen, vor allem in den ersten kritischen Tagen.

3. Blasenkatheter.

4. Vermeidung iatrogenen Blutdruckerhöhungen durch adäquate Sedation und Analgesie.

5. Dekubitusprophylaxe und Hygiene.
6. Ernährung: frühe Ernährung über eine nasogastrische Sonde oder Jejunalsonde.

8. Späte Komplikationen

1. Post - Commotio Syndrom
2. Chronisches Subduralhämatom
3. Subdurales Hygrom
4. Hydrocephalus
5. Späte CSF Leckage
6. Posttraumatische Epilepsie
7. Hirnatrophie
8. Pneumonie, UTI, Meningitis, chronisches Subduralhämatom, Hydrocephalus, Diabetes Insipidus, ADH-Malsekretion, Carotis- Kaverosus- Fistel

9. Übliche Fehler

- Prophylaktische Hyperventilation bei der Notfallaufnahme des Patienten
- Schädelhirntrauma alleine machen keine Hypotonie, ausser bei Kindern. Suche nach Blutverlust oder einer zusätzlichen HWS Verletzung.
- Bei erhöhtem Hirndruck korrigiere nicht den hohen Blutdruck. Der hohe Blutdruck gewährleistet die Hirnperfusion.
- Leichte SHT (GCS 13-15) können mit erheblichen intrakraniellen Läsionen einhergehen. Idealerweise sollte ein Patient mit GCS < 14, gesicherten Bewusstseinsverlust oder eine Amnesie ein CT erhalten.
- Initial keine Koronar- CT (tentorielle Einklemmung) durchführen.

Hals penetrierend

1. Operatives und konservatives Management

Das Management dieser Verletzungen ist kontrovers. Viele Traumazentren operieren routinemässig jeden Patienten mit penetriertem Platysma. Die Vertreter dieses Managements sind der Meinung, dass schwere Verletzungen von tiefen Halsstrukturen bei der klinischen Untersuchung oft übersehen werden. Der grösste Nachteil dieser Strategie ist der unakzeptabel hohe Anteil an unnötigen Operationen. Andere Zentren stützen ihre Operationsindikation auf das Resultat der routinemässig durchgeführten Angiografie.

Wir praktizieren deshalb das **selektive nicht-operative Management**, das sich auf die klinische Untersuchung stützt, und je nach Fall auch auf Farbdoppler oder Angiografie. Anders ausgedrückt operieren wir nur, wenn eine Verletzung von wichtigen Strukturen offensichtlich ist. Unsere Kriterien für eine Revision, in der Regel ohne spezifische Untersuchungen, sind:

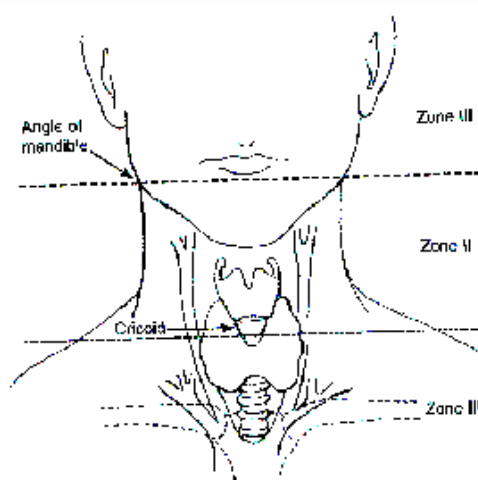
- 1) Schock, der nicht auf Reanimationsmassnahmen anspricht
- 2) aktive Blutung
- 3) ein expandierendes oder pulsierendes Hämatom
- 4) abwesende oder stark verminderte periphere Pulse
- 5) Luftaustritt aus der Wunde
- 6) Dyspnoe.

Andere Hinweise auf ein schweres Trauma sind Schmerzen oder Schwellung, Hämatemesis, Heiserkeit, Hämoptyse und subkutanes Emphysem in Abwesenheit eines Pneumothorax. Diese Zustände erfordern weitergehende Untersuchungen. Die alleinige Anwesenheit einer isolierten Nervenverletzung ist keine Indikation für eine Notfalloperation. Verletzungen des Plexus brachialis sollten aber so schnell wie möglich operativ behandelt werden.

2. Primäre Untersuchungen und erstes Management

- 1) Atemwegsobstruktion kann bei Patienten mit einem grossen Halshämatom oder ausgedehnter laryngotrachealer Verletzung ein Problem werden. Intubation, vorzugsweise mit einer Fiberoptik unter Spontanatmung (Cave: Sedation und Relaxation), oder chirurgischer Atemwegs-Zugang können nötig werden.
- 2) **Blutung:** Aeussere Kompression der Wunde bei dem in Trendelenburglage gelagerten Patienten. Diese einfachen Manöver verhindern eine Luftembolie wegen der eröffneten Venen. Falls die Blutung aus einer tiefen Wunde kommt, kann diese ev. durch Einbringen eines Foley-Katheters mit Aufblasen des Ballons beherrscht werden.
- 3) **Intravenöse Zugänge:** Diese müssen immer auf der gegenüberliegenden Seite der Verletzung gelegt werden, um extravasales Austreten von verabreichten Substanzen proximal des Zuganges zu verhindern.
- 4) **Lokalstatus:** Untersuche auf
 - aktive Blutung,
 - ein expandierendes oder pulsierendes Hämatom,
 - Geräusche
 - periphere Pulse

- blutiges Sputum
 - Luftaustritt aus der Wunde
 - Heiserkeit
 - subkutanes Emphysem
 - Ausschluss von Verletzungen
 - der Wirbelsäule
 - Verletzungen der Hirn-Nerven 7, 9,10,11 und 12
 - des Plexus brachialis und des Sympathicus (Horner Syndrom).
- 5) ist absolut notwendig, diese Untersuchungen nach einem vorgegebenen Protokoll durchzuführen und schriftlich festzuhalten.
- 6) **Zentrales Nervensystem:** Verletzungen der A. carotis sind häufig mit Hirnverletzungen assoziiert. Die neurologische Untersuchung ist bei schockierten und alkoholisierten/durch Drogen beeinflussten Patienten erschwert.
- 7) **Cardiovaskulärer Status:** Überprüfe den Blutdruck an dem Arm, der der Verletzung gegenüberliegt.
- 8) **Begleitverletzungen:** Das Vorhandensein einer blutenden Halsverletzung soll nicht davon abhalten, nach anderen gefährlichen Verletzungen des Thorax und des Abdomens zu suchen. Bei jedem Patienten, der operiert werden soll, muss ein vorhandener Pneumothorax drainiert werden. Auch bei zweifelhaften Befunden immer drainieren. Ohne Drainage kann es bei der Beatmung zu einem Spannungspneumothorax kommen.



3. Diagnostische Abklärungen

Diagnostische Abklärungen sollen *nur bei stabilisierten Patienten* durchgeführt werden.

1. **Thorax- und Hals-Röntgen:** suche nach folgenden radiologischen Zeichen:

- a. **Hämatopneumothorax** ist häufig (in 25% der Fälle) mit Halsverletzungen assoziiert.
 - b. **subkutanes Emphysem:** dieses kann aufgrund eines Pneumothorax, bei Verletzungen der Trachea, des Larynx oder des Oesophagus, aber auch durch Lufteintritt durch eine offene Wunde auftreten. Patienten mit einem subkutanem Emphysem und einer Wunde, die im Bereich der Mittellinie verläuft, sollen mittels eines Gastrografinschluckes und/oder endoskopisch weiter abgeklärt werden.
 - c. **verbreitertes oberes Mediastinum** (siehe Kapitel I, Thoraxtrauma): dieses kann durch eine Verletzung eines grossen mediastinalen Gefässes entstanden sein. Bei einem schockierten Patienten ist eine notfallmässige Operation indiziert. Bei einem stabilen Patienten muss ein notfallmässiges Spiral CT mit Kontrast, Angiogramm (ev. sensitiver) oder transösophagealen Echokardiographie (TEE) des Aortenbogens durchgeführt werden, um Verletzungen der Aorta und der grossen Gefässe auszuschliessen.
2. **Farbdoppler:** Untersuchungsmethode der Wahl. Es ist nichtinvasiv, sensitiv, spezifisch und billig. Von limitierter Aussagekraft ist diese Untersuchung bei der Evaluation der A. carotis interna in Schädelnähe und bei der Diagnose von proximalen Verletzungen der A. und V. subclavia bei adipösen Patienten.
3. **Angiografie:** Der Wert einer notfallmässigen Angiografie bei penetrierenden Verletzungen des Halses ist umstritten. Wir wenden ein Notfallangiogramm nur bei relativ stabilen Patienten mit einem verbreiterten oberem Mediastinum auf der Throaxröntgenaufnahme, bei Schussverletzungen und bei stabilen Patienten mit fehlenden oder verminderten peripheren Pulsen oder mit einem Geräusch an.

4. Nicht-operatives Management

Patienten ohne Operation werden zur engmaschigen klinischen Überwachung hospitalisiert. Bei Auftreten von Zeichen, die auf eine schwerwiegende Halsverletzung hinweisen, wird eine Operation durchgeführt. Im anderen Fall wird der Patient innerhalb von 48 Stunden entlassen.

5. Häufige Fehler

- Aufsetzen des Patienten mit venösen Blutungen: Luftemboliegefahr
- Fehlende Drainage eines kleinen Pneumothorax bei einem für eine Operation vorgesehenen Patienten. Gefahr eines Spannungspneumothorax bei einem intubierten beatmeten Patienten.
- Einlegen einer intravenösen Leitung auf der gleichen Seite wie die Halsverletzung
- Untersuchung ohne ein vorgegebenes Protokoll. Verpassen wichtiger Symptome und Befunde.

6. Protokoll für penetrierende Verletzungen des Halses

A. Dringende Priorität

1. Kontrolle jeglicher aktiven Blutung (Druck, Packing, Foley Katheter)
2. Bei aktiver Blutung: Trendelenburg Position um eine Luftembolie zu verhindern.
3. Sicherung der Atemwege
4. i.v. Flüssigkeit (keine i.v. Leitungen auf der Seite der Verletzung)

B. Untersuchung der Vitalfunktionen

- Dyspnoe: ja/nein
- Blutdruck
- Puls
- Hautfarbe: blass/normal

C. Lokale Untersuchung

Gefäße

- Aktive Blutung: wenig/massive/keine
- Expandierendes Hämatom: klein/gross/kein
- Pulsierendes Hämatom: ja/nein
- Periphere Pulse (Vergleiche mit der normalen anderen Seite, Doppler): Normal/vermindert/fehlend
- Geräusch: ja/nein

D. Larynx-Trachea-Ösophagus

Hämoptyse: ja/nein

Luftaustritt durch Wunde (Patienten soll husten): ja/nein

Subkutanes Emphysem: ja/nein

Schmerzen beim Schlucken von Sputum: ja/nein

E. Nervensystem

- Glasgow Coma Scale (GCS):
- Lokale Zeichen(beschreiben)
- Hirnnerven:
 - N. facialis ja/nein
 - N. glossopharyngeus ja/nein
 - N. recurrens ja/nein
 - N. accessorius ja/nein
- Rückenmark: normal/pathologische (beschreiben)
- Plexus brachialis Verletzungen:
 - N. medianus ja/nein
 - N. ulnaris ja/nein
 - N. radialis ja/nein
 - N. musculocutaneus ja/nein
 - N. axillaris ja/nein
 - Horner Syndrom ja/nein

F. Untersuchungen (nur bei stabilen Patienten)

- Thorax Röntgen (stehend), Hals Röntgen
- Hämopneumothorax
- Subkutanes Emphysem
- Verbreitetes oberes Mediastinum
- Teile eines Messers oder Geschosses

Thorax

I. Behandlungsprinzipien

1. Beginne immer mit der Beurteilung der Vitalfunktionen (ABCDE) = PRIMARY SURVEY
2. Bei der Primärbeurteilung (Primary Survey) sollten folgende lebensbedrohliche Thoraxaffektionen sofort diagnostiziert und behandelt werden:
 - offene, "blasende" (luftverlierende) Thoraxwunden
 - Spannungspneumothorax
 - Massiver Hämatothorax
 - Herztamponade
 - "Flail Chest"
3. Bei der Sekundärbeurteilung (Secondary Survey), sollten folgende Verletzungen identifiziert und behandelt werden:
 - Aortenruptur
 - Perforation des Tracheobronchialbaumes
 - Oesophagusperforation
 - Zwerchfellruptur
 - Myocardkontusion
 - Lungenkontusion

2. Stumpfes Thoraxtrauma

a) Rippenfrakturen

Abklärung

- Anamnese: Atem- und hustenabhängiger Schmerz
- Status: Schmerz bei anteroposteriorer oder lateraler Thoraxkompression
- Thoraxröntgen: Frakturen des costochondralen Ueberganges können evt. übersehen werden (z. Bsp. Hämato- und Pneumothorax oder subcutanes Emphysem)
- Merke: Diagnose von Rippenfrakturen erfolgt vorrangig klinisch

Therapie

1. Schmerztherapie:

- bei mässigen Schmerzen: orale Analgetika
- bei starken Schmerzen: Interkostalblockade, oder LA in Frakturspalt
- bei multiplen Frakturen: Thorakale PDA oder Intrapleurale Analgesie;
- bei multiplen Frakturen beim alten Patienten: Ueberwachungsstation mit PDA empfohlen

2. Atemtherapie: (Inhalieren oder CPAP, wenn Pneumothorax ausgeschlossen)

Begleitverletzungen, die ausgeschlossen werden müssen

- 1) Hämopneumothorax
- 2) Verletzung der Subclaviagefässe und des Hauptbronchus v.a. bei Frakturen der ersten 3 Rippen und der Clavicula.
- 3) Lungenkontusion
- 4) Herzkontusion oder -ruptur
- 5) Aortenruptur (Subclaviaabgang links)
- 6) Zwerchfellruptur
- 7) Milz- Leber- oder Nierenverletzung bei basalen Rippenfrakturen

b) "Flail Chest" (Dreschflegel-Thorax)

Ursache

Anteriore, laterale oder posteriore Doppel- bzw. Stückfrakturen von 3 oder mehr benachbarten Rippen. Der "lose" Thoraxbereich bewegt sich bei Inspiration nach innen, bei Expiration nach außen (Dreschflegelbewegung).

Abklärung

1. Thoraxröntgen
2. Kontrolle des Gasaustausches: Pulsoxymetrie, Blutgase (können initial allerdings noch normal sein).
3. Klinik: Klinische Diagnose oft schwierig wegen Schmerzen oder paradoxe Atmung nach Intubation nicht mehr sichtbar (innere Schienung)

Massnahmen und Therapie

Meistens konservativ mit Physiotherapie und Analgesie.
Engmaschige Kontrolle der Sättigung und der Blutgase

- bei wenig gestörtem Gasaustausch: Analgesie
- bei stark gestörtem Gasaustausch: Mechanische Beatmung und Überwachung in ICU

Operative Stabilisierung in seltenen Fällen

c) Pneumothorax

Ursache

Luftintritt in Pleurahöhle durch Thoraxwand-, Lungen-, Atemwegs- oder Oesophagus Verletzungen

Symptome

1. Nicht selten symptomlos
2. Dyspnoe, Tachypnoe
3. Abgeschwächte Atemgeräusche, hypersonorer Klopfeschall, verminderte Thoraxbeweglichkeit
4. Ziehende Schmerzen

Abklärungen

Thoraxröntgen, in Expiration, wenn möglich stehend.

Therapie

1. Der kleine, stabile Pneumothorax (kleiner als 2-3 cm) benötigt ev. keine Drainage, allerdings unter Röntgenkontrolle. Ein konservatives Verfahren ist nicht zu verantworten bei geplanter Beatmung oder bei Flugtransport wegen der Gefahr eines Spannungspneumothorax.
2. Jeder signifikante Pneumothorax benötigt eine Thoraxdrainage (4.-5.ICR auf Höhe der Mamille, vor der mittleren Axillarlinie). Sofortige Atemphysiotherapie ist wichtig. Bei klinischem Verdacht auf Pneumothorax, lieber drainieren (oft Pneumothorax nicht sichtbar wegen Hämatothorax, Lungenkontusion oder Haut-Emphysem)

d) Hämatothorax

Ursache

Lungen- Thoraxwand oder Herz-Gefäßblutung bei offener Pleura viszeralis oder parietalis.

Symptomatologie

1. oft asymptomatisch
2. Dyspnoe, Tachypnoe, Hypovolämie
3. Abgeschwächte Atemgeräusche, gedämpfter Klopfeschall, verminderte Thoraxbewegung auf der betroffenen Seite.

Abklärungen

Thoraxröntgen in Expiration, wenn möglich stehend, in ausgewählten Fällen Thoraxröntgen in Seitenlage.

Therapie

1. Bei kleinem Hämatothorax, evt. Beobachtung (Rücksprache mit Thoraxchirurgie)
 2. Bei grösserem Hämatothorax (Blut oberhalb des Herz/Zwerchfellwinkels): Drainage 4.-5. ICR midaxillär, sofortige Physiotherapie.
 3. Bei lebensbedrohlicher Blutung (persistierendem Schock, Blutverlust initial > 1500 ml oder >200ml/h): Thorakotomie (sehr schlechte Prognose).
 4. Bei residuellem Hämatothorax: CT-Abklärung oder sonographisch gesteuerte Punktion und Drainage, ev. frühthorakoskopisch od. durch Thorakotomie evakuieren (möglichst innert 2 Tagen).
 5. Bei infiziertem Hämatothorax: Thorakoskopie oder -tomie mit Dekortikation
- Wichtig: Bei Polyblesse oft Gerinnungsstörungen => Aufwärmen, Stabilisieren auf OPI B4 => Blutung stoppen.**

e) Hämopneumothorax

Therapie

Thoraxdrainage wie beschrieben.

f) Spannungspneumothorax

Ursachen

Luftintritt in Pleurahöhle z.B. bei Lungenverletzung ohne Luftaustrittsmöglichkeit (Ventilmechanismus) bei geschlossenem Thorax.

Symptome

Je nach intrathorakalem Überdruck ev. äusserst dramatische Situation, da neben der schweren Störung der Atmung (Kompression auch der gegenseitigen Lunge) ein zirkulatorischer Schockzustand resultiert infolge Rückflussbehinderung des venösen Blutes durch Mediastinalverlagerung und -kompression.

- Patienten in Panik mit Dyspnoe, Zyanose, Tachypnoe, Schock und gestauten Halsvenen.
- Tracheaverlagerung auf die Gegenseite.
- Fehlendes Atemgeräusch und hypersonorer Klopfeschall auf der betroffenen Seite.
- Vorgewölbter Hemithorax ohne sichtbare Atemexkursion.

Abklärungen

Keine weiteren! Die Diagnose muss klinisch gestellt werden. Das Thoraxröntgen bedeutet Zeitverlust!

Therapie

1. Entlastung des Überdruckes durch Punktion im 2. oder 3. ICR medioclaviculär mit dicker Kanüle (z. Bsp. G14 VVK).

2. Einlegen einer Thoraxdrainage.

Technik der Thoraxdrainage und der weiteren Behandlung

1. **Wo:** Vordere oder anterior der mittleren Axillarlinie, auf Höhe der Mammille (4.-5. ICR), um eine Verletzung des Zwerchfells oder der intraabdominalen Organe zu vermeiden. Inzision der Pleura direkt oberhalb der Rippe wegen Verletzungsgefahr der Interkostalgefäße und 1 ICR tiefer als die Sollinzisionsstelle, um später beim Ziehen der Drainage einen längeren und damit dichteren Drainagekanal zu haben. Lokalisieren den Pleuralraum mit dem Finger (Zwerchfell, Verwachsungen, Leber etc.).

2. **Womit:** Thoraxdrainage: CH 32 - 36 beim Erwachsenen

3. **Wie:** Einführen der Drainage 8-10 cm in Thoraxhöhle nach hinten oben **ohne Verwendung eines Trokars**. Die Verwendung eines Trokars kann zu lebensbedrohlichen Komplikationen führen! Anschluss an Unterwasserdrainagesystem (15-20 cm H₂O).

4. Nach Drainage Applikation von Sog oder Aufforderung zum kräftigen Husten in Rücken- und Seitenlage, sowie sitzend (falls möglich) zur raschen Reexpansion der Lunge.

5. Bei Parenchymfistel (Air Leak): Anwendung von Dauersog.

Bei persistierendem massivem Luftverlust und Mediastinalemphysem: Lage der Drainage kontrollieren und Ausschluss eines Bronchialrisses mit Bronchoskopie. Unter Umständen ist das Platzieren einer 2. Drainage notwendig oder eine operative Sanierung mittels einer Thorakoskopie.

6. Entfernung der Thoraxdrainage, sobald die Lunge vollständig expandiert ist, und keine Luft oder Erguss (< 150ml/Tag) mehr drainiert werden, normalerweise nach 2-3 Tagen.

Merke: Einen Schlauch nie abklemmen: Risiko von Spannungspneumothorax (zum prüfen ob die Lungen entfaltet bleiben wird empfohlen, Patient ohne Sog anzuschliessen).

Persistierende Atelektasen nach Thoraxdrainage

1. Atemphysiotherapie, Mobilisation, Husten, Air stacking Maneuver, NIV etc.; Schmerztherapie

2. Therapeutische Bronchoskopie.

Subcutanes Emphysem (Hautemphysem) und mediastinale Emphyse

Mögliche Ursachen

1. Pneumothorax mit verletzter Pleura und Interkostalmuskulatur

2. Oesophagus-, Bronchus- und Trachealverletzung

3. Lungenverletzung

4. Lufteintritt von außen

Das Hautemphysem hat per se keine direkte Bedeutung, es kann aber ein wichtiges klinisches Zeichen einer gravierenden Verletzung der Lungen sein. Die Behandlung richtet sich nach der zugrunde liegenden Ursache.

g) Lungenkontusion

Ursachen

Direktes, stumpfes Thoraxtrauma oder Dezelerationsverletzung. Weniger häufig als Folge von Schockwellen bei Explosionen oder Hochgeschwindigkeitsgeschossen (häufig bei Flail-Chest).

Symptome

Dyspnoe, Hämoptoe, Ateminsuffizienz

Abklärungen

1. Pulsoxymetrie und Blutgaskontrolle

2. Thoraxröntgen (+/- umschriebene Verschattung)

3. CT

Therapie

1. Vermeidung von übermäßiger Flüssigkeitszufuhr

2. Antibiotika sind umstritten

3. Vermeiden von Überdruckbeatmung oder kräftigem Husten kurz nach der Verletzung wegen Luftemboliegefahr
4. O₂-Therapie
5. Beatmung bei Ateminsuffizienz
6. Schmerztherapie

h) Myocardkontusion

Ursache

- Direktes stumpfes präkordiales Trauma

Diagnostische Hinweise: immer Myocardkontusion ausschliessen

1. Cave bei Sternumfraktur: Immer Myokardkontusion ausschliessen
2. Verdacht bei Herzinsuffizienz, Rhythmusstörungen
3. EKG: Repolarisationsstörungen, Tachykardie, Arrhythmie, oft auch unauffällig
4. Herzenzyme: Erhöhte CK-MB (limitierter diagnostischer Wert), Troponin diagnostisch zuverlässiger
5. TTE als bestes Diagnostikum
6. Nicht selten ist der Patient asymptomatisch, daher ist der Argwohn (high index of suspicion) bei entsprechendem Trauma wichtig.

Therapie

1. Beobachtung des asymptomatischen Patienten während ca 24 h mit kontinuierlichem EKG-Monitoring
2. Inotropika im kardiogenen Schock
3. Eventuell Antiarrhythmika bei relevanten Rhythmusstörungen
4. Bettruhe, wiederholte Kontrolle von EKG und Enzymen bis wieder normal.

i) Ruptur der Aorta thoracica

Häufige Todesursache bei schweren Autounfällen. Meistens als Folge einer plötzlichen Dezeleration bei hoher Geschwindigkeit oder Sturz aus grosser Höhe. Die häufigste Rupturstelle befindet sich distal des li. A.subclavia Abganges (Ruptur loco classico), weniger häufig direkt über der Aortenklappe (Orte einer relativen Fixation).

Diagnostische Hinweise

1. Argwohn aufgrund des Traumas (high index of suspicion)
2. Präcordiales Systolikum
3. Heiserkeit (Kompression des Nervus recurrens), Horner Syndrom, Paraplegie
4. Druckunterschied in Armen und Beinen zugunsten der Arme

Abklärungen

- Thoraxröntgen: verbreitertes oberes Mediastinum (meistens >8 cm). Oft Hämatothorax links, apikale Verschattung (Kappe). Verlagerung der Trachea oder einer eingelegten Magensonde nach rechts. Verlagerung des linken Hauptstammbronchus nach unten (>140°), Verlust des "Aortenknopfes".
- Aortenbogenangiogramm oder Spiral CT: bei stabilem Pat. mit verbreitertem Mediastinum im Thorax-Röntgen.
- Spiral/Mediastinal-CT zur DD eines erweiterten Mediastinum bedingt durch Hämatom oder andere Ursache (Liegender Pat., elongierte Aorta, etc). Bei Vorliegen eines Hämatoms, weitere Abklärung durch Aortographie. Spiral CT ist empfohlen bei Pat., bei denen wegen anderer Ursache (Kopf- oder Abdomenverletzung) ohnehin ein CT durchgeführt wird. CT nur bei kreislaufmässig stabilem Patienten.
- TEE: Bei Patienten auf der OPI oder in der Einleitung, die weder für eine Aortographie, noch ein CT transportiert werden können.
- Angio MRI wahrscheinlich Technik der Zukunft.

Bei verbreitertem, oberem Mediastinum muss an:

- a) Aortenruptur,
- b) RM-Verletzung gedacht werden.

Therapie

1. Reanimation soweit erforderlich
2. Chirurgische Sanierung

Zwerchfell Verletzungen

Diagnose und Behandlung siehe unten Seite xx

3. Penetrierendes Thoraxtrauma

Hämopneumothorax

wie stumpfes Thoraxtrauma s. Seite

a) Penetrierende Herzverletzungen

Die meisten Opfer penetrierender Herzverletzungen sterben bevor sie die Klinik erreichen. Die natürliche Selektion der Überlebenden ist multifaktoriell: Zeitintervall von Verletzung bis zur Klinikbehandlung, Waffe, Lokalisation und Grösse der Herzverletzung, Gegenwart einer Herztamponade, Begleitverletzungen.

Symptomatologie

1. Unruhiger Patient (oft unter falschem Verdacht einer Alkohol- oder Medikamentenintoxikation).
2. Schock, Tachykardie, schwacher peripherer Puls.
3. Zeichen der Herztamponade: Beck'sche Trias (Schock, gestaute Halsvenen, abgeschwächte Herztöne) vorhanden in ca. 90% der Patienten mit Herztamponade, während der Pulsus paradoxus nur in ca. 10% vorhanden ist.

Jede penetrierende Thoraxverletzung gilt solange als Herzverletzung bis das Gegenteil bewiesen ist.

Abklärungen

KEIN ZEITVERLUST durch unnötige Handlungen, falls Diagnose klar. Untersuchungen sollen nur vorgenommen werden, wenn der Patient einigermaßen stabil und die Diagnose unsicher ist.

1. Thoraxröntgen aufrecht. Verdächtige radiolog. Zeichen:
 - a) verbreiteter Herzschatten
 - b) Pneumopericard
 - c) verbreitertes oberes Mediastinum
2. ZVD-Messung: Falls > 12 cm H₂O, Verdacht auf Tamponade. Allerdings können auch andere Ursachen, wie Hämopneumothorax, Unruhe, Flüssigkeitsüberlastung, Mechanische Ventilation oder ein aberrierender Katheter einen erhöhten ZVD verursachen, während bei schwerer Hypovolämie eine erhöhter ZVD trotz Tamponade fehlen kann.
3. EKG: gibt in ca. 1/3 der Fälle Hinweise: z.B. Niedervoltage, ST-Hebungen und negative T-Wellen.
4. Pericardiozentese: Wird in manchen Traumacenters gebraucht. In Los Angeles als unzuverlässig (falsch negativ in 80% der Fälle) beurteilt, wegen der Koagulabildung im Pericard.
5. TTE im Schockraum: wertvoll bei erfahrenem Untersucher

Therapie

1. Legen von 2 grosslumigen Leitungen, Verabreichung von Sauerstoff über Maske oder Tubus und sofortiger Transport in den OP. **Kein Zeitverlust für OP-Einwilligung oder BDK-Anlage etc.**
2. Bei Kreislaufstillstand im Notfall. Intubation und Notfallthorakotomie auf dem Notfallwagen. Herznaht, Aortaabklemmung und offene Herzmassage, Transfusion, sowie Defibrillation und ALS-Massnahmen. Wenn sich das Herz erholt, wird die Operation im OP beendet.
3. Postop. Behandlung:
 - a) ICU-Monitoring in Frühphase,
 - b) EKG zur Erhebung eines ev. Myocardinfarktes
 - c) Klinische Untersuchung und UKG zum möglichen Ausschluss eines intrakardialen Defektes (ASD, VSD, etc.)

Prognose

- Mortalität bei Notfallthorakotomie auf Stretcher 90%
- Verletzungen des rechten Ventrikels haben die beste Prognose
- Verletzungen der intraperikardialen Aorta und des linken Ventrikels die schlechteste Prognose.

b) Zwerchfellverletzungen

Alle penetrierenden Thoraxverletzungen im linken unteren Quadranten sind primär verdächtig auf Zwerchfellverletzung. Verletzungen des rechten Zwerchfelles haben kaum je klinische Bedeutung. Im Gegensatz zur linken Seite, wo der positive intraabdominelle Druck eine Verlagerung von viszeralen Organen in den Thoraxraum und die Bildung einer Zwerchfellhernie bewirken kann.

Häufigkeit

In ca. 60% der Schussverletzungen und 30% der Messerstechereien der linken thorakoabdominalen Region.

Symptome

1. Häufig asymptomatisch, speziell bei kleinen penetrierenden Verletzungen.
2. Blutverlust bei schweren Verletzungen
3. Kardiopulmonale Insuffizienz bei massiver Zwerchfellhernie
4. Darmobstruktion oder Perforation. Eine Zwerchfellhernie kann innert Minuten, Stunden, Wochen oder sogar Jahre nach einer Verletzung auftreten oder Komplikationen machen. Magen und Colon hernieren am häufigsten.

Diagnosestellung

Eine rasche Diagnose und Behandlung sind wichtig, da Komplikationen einer Zwerchfellhernie mit hoher Mortalität einhergehen. Ein Verdacht (high index of suspicion) ist wichtigster Faktor in der Frühdiagnostik. Bei

jeder penetrierenden Wunde im linken unteren Thoraxquadranten sollte eine Zwerchfellverletzung in Betracht gezogen werden bis zum Beweis des Gegenteils.

Abklärungen

1. **Thoraxröntgen:** (Zwerchfellhochstand, Luft- bzw. Flüssigkeitsspiegel oder luftgefüllte Hohlgane im Thorax). Allerdings zeigen die meisten Fälle (75 %) im Thoraxröntgen einen unspezifischen Hämopneumothorax. In ca. 10% ist das Thoraxröntgen völlig normal.
2. **Sonografie**
3. **Thorakoskopie:** Ist nur sinnvoll, wenn innerhalb von wenigen Stunden nach dem Unfall durchgeführt, wird aber wenig angewendet.
4. **Laparoskopie:** Empfohlene Untersuchung für Verletzungen unterhalb der Mammillarlinie und oberhalb des Rippenbogens auf der linken Seite.
5. **Thoraxröntgen mit liegender Magensonde:** Bei Verdacht auf Herniation des Magens in den Thoraxraum.
6. **Gastrografen per os mit Passage und Gastrografeinlauf** bei Verdacht auf Zwerchfellhernie.
7. **CT** dient ev. der Diagnose einer Zwerchfellhernie, aber es ermöglicht keine Diagnose einer unkomplizierten Zwerchfellperforation.

Therapie

1. Bei Verdacht auf Zwerchfellhernie, soll präoperativ kein Thoraxdrain eingelegt werden.
2. Chirurgische Sanierung.
3. Kleine Perforationen im rechten Zwerchfell benötigen keine Therapie. Die Leber verhindert eine Zwerchfellhernie.

c) Ösophagusverletzungen

Grosser Verdacht auf Oesophagusverletzungen besteht bei dorsalen, wirbelsäulenahen Stichverletzungen und bei Schussverletzungen mit Beteiligung des hinteren Mediastinums. Das Mediastinalemphysem stellt einen verdächtigen radiologischen Befund dar. Solche Befunde müssen mit einem wasserlöslichen Kontrastmittelschluck (Gastrografen) abgeklärt werden, gefolgt von dünnem Barium bei negativem Befund. Die Oesophagoskopie auf dem Operationstisch ist sehr nützlich, wenn Hals oder Thorax notfallmässig eröffnet werden müssen.

Wichtig: Klinisch Mediastinitis-Zeichen nicht übersehen (septischer Schock)

d) Indikationen zur Frühthorakotomie der penetrierenden Thoraxverletzungen

1. Schwere Schock (SAP < 75 mmHg)
2. Mittelschwerer Schock, der auf Volumen nicht anspricht.
3. Zeichen der Hertzamponade
4. Profuse Blutung
5. Fehlende oder abgeschwächte periphere Pulse bei Verletzungen im Bereich des thoracic inlet (Thoraxeinfluss).

Die Indikation und der Zeitpunkt der Operation bei Patienten ohne offensichtliche, grössere kardiovaskuläre Verletzungen ist kontrovers. In Los Angeles gelten folgende Richtlinien:

1. Patienten mit leichtem oder mittelschwerem Schock, der auf Flüssigkeitstherapie gut anspricht, werden beobachtet.
2. Die Menge des Blutverlustes aus der Thoraxdrainage ist nicht immer ein zuverlässiges Zeichen für die Schwere einer intrathorakalen Verletzung. Das hämodynamische Zustandsbild des Patienten sollte die Notwendigkeit der Operation bestimmen. Allerdings muss bei einem initialen Blutverlust > 1500 ml eine Operation in Betracht gezogen werden.
3. Ein persistierender Luftverlust in den Drains ist praktisch immer selbstlimitierend. Vereinzelt wird eine Bronchoskopie empfohlen zum Ausschluss einer Bronchialverletzung.
4. Transmediastinale Schussverletzungen benötigen nicht immer eine Operation. Die klinische Beurteilung, radiologische, angiographische und echocardiographische Befunde bilden die Thorakotomie Indikation.

Allgemeine Fehler

- Flail Chest: Initiale Blutgase können normal sein. Der Patient kann sich jedoch sehr rasch verschlechtern. Pulsoximetrie und Blutgasverlauf sind entscheidend.
- Spannungspneumothorax: Diese Diagnose muss klinisch gestellt werden. Eine Therapieverzögerung zur radiologischen Sicherung der Diagnose kann sich deletär auswirken.
- Verbreitertes oberes Mediastinum nach Verkehrsunfall oder Sturz: Neben der Aortenruptur soll die Möglichkeit der thorakalen WS-Verletzung nicht ausser Acht gelassen werden.
- Blasende oder saugende Thoraxwunden: Kein Thoraxverschluss bevor Thoraxdrain eingelegt ist.

Abdomen

Es bestehen signifikante Unterschiede zwischen dem stumpfen und penetrierenden Abdominaltrauma in der Beurteilung, den Untersuchungen und in der Behandlung.

I. Stumpfes Bauchtrauma

Drei Mechanismen können zu intraabdominalen Verletzungen führen:

1. Aufprall eines intraabdominellen Organs gegen die Wirbelsäule oder das Becken.
2. Dezelerationskräfte.
3. Plötzliche Erhöhung des intraabdominalen Drucks und Platzen eines Hohlorgans.

Die klinische Untersuchung bleibt das wichtigste diagnostische Instrument. Begleitende

Abdominalwandkontusionen, Brüche der unteren Rippen und des Beckens, Kopf- wie Thoraxverletzungen können die klinische Beurteilung erschweren. Bei Hypovolämie besteht grosser Verdacht auf eine intraabdominelle Blutung. Peritonismus mit Defense und starke oder zunehmende Berührungsschmerzen sind Zeichen der Peritonitis. Schmerzprojektion in die linke Schulter (Kehr's Zeichen) lässt eine Milzverletzung vermuten, die Projektion in die rechte Schulter eine Leberverletzung. Die rektale und (vor allem bei bewusstlosen Patientinnen) vaginale Untersuchung sind obligat.

Untersuchungen

Diagnostische Untersuchungen sollten nur bei stabilen Patienten durchgeführt werden. Wenn der Patient eine Laparotomie benötigt, sind zeitliche Verzögerungen durch unnötige Untersuchungen gefährlich.

1. Konventionelle Röntgenuntersuchungen:

Neben Abdomenübersichtsröntgen gehört das Thorax-Rx zur abdominalen Traumaabklärung, da das Thoraxtrauma üblicherweise ein Begleitproblem darstellt. Rx der Wirbelsäule, des Beckens und der Rippen werden je nach Indikation angeschlossen. Bei einem bewusstlosen oder intubierten Notfallpatienten wird immer ein Becken-Rx durchgeführt. Wichtige radiologische Befunde beinhalten:

Frakturen, intraabdominelle freie Luft, retroperitoneale freie Luft, erhöhte Zwerchfelle, Nachweis eines Hohlorgans im Thoraxraum, Weichteilschatten, Skoliose und Verlust des Psoasschattens.

2. Ultraschall. Die Ultraschalluntersuchung zur Bestimmung von freier Flüssigkeit (sog. FAST) ist sehr zuverlässig und schnell durchführbar (2-5 Minuten). Die DPL wird daher nur noch selten durchgeführt.

3. Spiral CT mit Kontrastmittel nur bei kreislaufstabilen Patienten.

4. Mikroskopischer Nachweis einer Hämaturie: Unerlässlich für alle Patienten mit stumpfem Bauchtrauma.

5. Intravenöses Pyelogramm (IVP) und oft ein Cystourethrogramm: Bei relativ un stabilen Patienten wird ein One-Shot IVP im Notfallröntgen empfohlen. Die Indikation ist gegeben bei Mikrohämaturie bei Hochgeschwindigkeitstraumen oder Sturz aus grosser Höhe oder Vermutung einer urologischen Läsion (Flankenschmerz, keine Spontanmiktion, begleitende Becken- oder Wirbelsäulenverletzung) oder bei einer Makrohämaturie unabhängig von klinischen Zeichen. Eine nichtdarstellbare Niere erfordert eine Angiographie, ev. Duplexsonographie.

6. Serum Amylase: Bei allen Patienten mit epigastrischem Trauma muss die Serum Amylase zum Ausschluss einer Pankreasläsion bestimmt werden. Nur in 70% der Fälle mit stumpfem Pankreastrauma tritt eine Amylaseerhöhung auf, aber auch Patienten ohne Pankreasläsion können eine solche aufweisen.

7. Diagnostische Peritoneallavage (DPL): Die Durchführung und Interpretation ist kontrovers. Die hauptsächliche Indikation ist bei schwierigen Befunderhebungen (z.B. bewusstlose Patienten, Wirbelsäulenverletzungen, Mehrfachverletzte). Sie zeigt eine niedrige Sensitivität bei Zwerchfell- und Hohlorganperforationen. Es gibt nur noch Ausnahmeindikationen dafür !

2. Penetrierendes Bauchtrauma

Es müssen Traumen mit hoher (High – Velocity) und solche mit niedriger Penetrationskraft (Low – Velocity) unterschieden werden. Sie differieren bezüglich des Schweregrades der Verletzungen, Behandlung und Prognose.

a) Verletzungen mit hoher Penetrationskraft

Geschosse durch Gewehre oder in kriegerischen Auseinandersetzungen (Projektilen mit $> 600\text{m/sec}$) können auf drei Arten Gewebsverletzungen verursachen. Diese Patienten verlangen immer eine Laparotomie.

b) Verletzungen mit niedriger Penetrationskraft

Diese werden durch "zivile" Gewalttätigkeiten verursacht (Schussverletzungen durch Pistolen, Stichverletzungen). Ihr Management bleibt Gegenstand von Diskussionen. Es werden drei unterschiedliche Ueberlegungen angestellt:

1. Routinemässige Exploration jeder potentiellen penetrierenden Verletzung, unabhängig der klinischen Zeichen.

Der grösste Nachteil besteht darin, dass eine unakzeptabel hohe Inzidenz an unnötigen Laparotomien durchgeführt wird (bis 50%).

2. Operationsindikation bei jedem Fall mit bewiesener peritonealer Penetration. Lokale Exploration der Wunde oder Kontrastdarstellung des Stichkanals um die Integrität des Peritoneums zu beurteilen. Peritoneale Penetration bedeutet jedoch nicht zwingend eine intraabdominale Verletzung. Bis zu 30% der Patienten mit Stichverletzungen und nachgewiesener Peritoneumdurchtrennung haben keine signifikante Organverletzung.

3. Selektives nicht-operatives Management: Der Patient wird nur laparotomiert, wenn klinisch offensichtlich eine intraabdominale Verletzung vorliegt. Bei weichem Abdomen ohne peritonitische Zeichen (ausser um die Wunde) wird der Patient überwacht. Bei bewusstlosen Patienten oder solchen mit Wirbelsäulenverletzungen muss die Indikation zur Laparotomie grosszügiger gestellt werden, weil die klinische Untersuchung des Abdomens an sich schon schwierig ist. Das gleiche gilt für Patienten, die wegen anderen Problemen eine Allgemeinanästhesie erhalten (z.B. Thoraxtrauma, Halsverletzungen).

3. Penetrierendes Trauma des Rückens

Dieses wird oft als separater Typ des Abdominaltraumas beurteilt. Die Wirbelsäule und die Muskulatur geben einen besseren Schutz als die Abdominalwand. Nur 15% dieser Patienten verlangen die chirurgische Exploration. Wiederholte sorgfältige klinische Beurteilung bildet ein Eckpunkt in der Auswahl der Behandlungs-modalitäten.

Untersuchungen bei penetrierenden Trauma

Zur Beurteilung des penetrierenden Traumas sind nur wenige Untersuchungen notwendig:

1. CT bei Verdacht auf eine Läsion eines parenchymatösen Organes, für die keine Operationsindikation besteht (nicht bei instabilen Patienten).
 2. Thorax und Abdomen Uebersichtsaufnahmen
 3. Urinunterstatus zum Nachweis einer Hämaturie und ev. IVP in gewissen Fällen.
- Die diagnostische Laparoskopie ist die nützlichste Untersuchung bei Verdacht auf Zwerchfellverletzungen (v.a. bei asymptomatischen linksseitigen thorakoabdominalen Verletzungen).
4. Eine Sigmoidoskopie bei Verdacht auf Rektumverletzung (Blut am Fingerling).

4. Allgemeines Management

Patienten mit Zeichen einer Peritonitis oder grösserer hämodynamischer Instabilität sollten sofort operiert werden. Eine präoperative Antibiotikaprophylaxe müssen alle Patienten erhalten 2. Generation-Cephalosporin (z.Bsp. Cefuroxim 3 x 1,5 g/d) + Abdeckung der Anaerobier (z. Bsp. Metronidazol 3 x 500mg/d). Je nach intraoperativem Befund muss die Antibiose weitergeführt werden.

Patienten mit konservativer abwartender Behandlung benötigen iv.-Flüssigkeit und eine Magensonde am intermittierendem Sog. Häufige Blutdruckmessung, Puls, Temperatur und Hämatokrit sind unerlässlich. Das Abdomen muss regelmässig beurteilt werden, am besten durch den selben Arzt. Eine prophylaktische Antibiotikagabe ist obsolet wegen der Maskierung von wichtigen Symptomen.

Abdomen speziell

1. Milzverletzungen

Diagnose

Zeichen der Hypovolämie, linksseitige obere Abdominalschmerzen, die oft in die linke Schulter projiziert werden (Kehr Zeichen), ein palpabler Tumor (bei grossen Milzhämatomen)

Spezielle Untersuchungen und Befunde

1. Thorax-Rx: mögliche linksseitige untere Rippenfrakturen, Zwerchfellhochstand links, Medialverlagerung der Magenblase, Verlagerung der linken Flexur in den unteren linken Quadranten, verbreiterte Milzkontur.
2. Ultraschall (oder diagnostische Peritonelalavage (DPL)). Heute meistens Sonographie Abdomen. Bei unklaren Befunden wiederholen oder CT.
3. Leukozytose.
4. CT ist die beste Untersuchung. Ultrasonographie ist nicht immer zuverlässig!

Behandlung

Die meisten Kinder und viele Erwachsene können bei Milzverletzungen konservativ behandelt werden, vorausgesetzt sie sind hämodynamisch stabil und sie weisen kein akutes Abdomen auf. Wiederholte Sonographien und CT sind wichtig im Follow-up dieser Patienten.

Spezielle Probleme nach Splenektomie

1. Überschüssende Infektion: diese wird normalerweise durch eingekapselte Organismen verursacht (Pneumokokkus, Malignokokkus, Hämophilus). Die Komplikation tritt häufiger bei Kindern auf. Die Pneumokokkenimpfung (und Hämophilusimpfung?) gehört zur Routine. **(Pneumovac Einzeldosis am 14. postoperativen Tag)** Zusätzlich wird eine prophylaktische Gabe von Penicillin für 2 Jahre bei Kindern und immunsupprimierten Erwachsenen empfohlen.
2. Thrombocytenanstieg: Wenn die Tc-Zahl 1 Million/mm überschreitet oder eine Prädisposition für Thrombosen vorliegt (z.B. St.n. tiefer Venenthrombose) ist die Indikation zur Plättchenaggregations-hemmung gegeben (z.B. Aspirin oder low dose Heparin).
3. Subdiaphragmale Kollektionen, basale Atelektasen oder Pneumonien, linksseitige Pleuraergüsse, Pankreatitis, pankreatische Fisteln, Magendilatationen, Nekrose der grossen Kurvatur.

2. Leberverletzungen

Schmerzen im rechten oberen Hemiabdomen, manchmal in die rechte Schulter projizierend, Hypovolämie, oft mit basalen Rippenfrakturen kombiniert.

pezielle Untersuchungen und Befunde

- Thorax-Rx: basale Rippenfrakturen, Zwerchfellhochstand links.
- Ultraschall oder positive DPL.

- CT Abdomen

Behandlung

Leberläsionen ohne Zeichen einer Peritonitis oder signifikanter Hypovolämie können allenfalls konservativ behandelt werden. Signifikante Läsionen erfordern eine Operation.

Komplikationen

1. Hämobilie (Blut im Gallenwegssystem): Sie kann sich äussern durch Schmerz, Gelbsucht und Hämatemesis. Die meisten Fälle erholen sich spontan. Persistierende Fälle verlangen unter Umständen eine angiographische Embolisation.
2. Abszessbildung (subdiaphragmatisch, subhepatisch, intrahepatisch). Intrahepatische falsche Aneurysmen oder arteriovenöse Fisteln. Die angiographische Embolisation ist die Therapie der Wahl.
3. Biliäre Fisteln.

3. Nierenverletzungen

Klinik

1. Eine Kontusion oder penetrierende Wunde über der Lende.
2. Flankenschmerz.
3. Makro- oder Mikrohämaturie.
4. Geräusche wegen eines traumatischen Aneurysmas oder arteriovenösen Fistel.

Spezielle Untersuchungen

1. IVP (intravenöses Pyelogramm)
2. Kontrastmittel-CT.
3. Angiogramm: Indikation bei stummer Niere im IVP oder bei massiver Makrohämaturie.

Behandlung

1. Die meisten Nierenverletzungen können konservativ therapiert werden. Wichtig ist die Nachkontrolle bei Geräuschen oder bei einer Hypertonie.
2. Die chirurgische Exploration ist indiziert bei Nierenstielverletzungen oder schweren Nierenparenchymverletzungen.
3. Sekundäre Diagnose von Nierenstielverletzungen: Überwachen. Chirurgie nur bei Auftreten von Komplikationen (z.B. Abszess oder Hypertonie).

4. Blasenverletzungen

Oft bei Beckenfrakturen oder stumpfem Bauchtrauma mit voller Blasen. Eine Ruptur kann intra- oder extraperitoneal auftreten.

Klinik

1. Suprapubische Schmerzen.
2. Hämaturie.
3. Unmöglichkeit der spontanen Blasenentleerung.
4. Abwehrspannung.
5. Extravasation von Urin ins Skrotum.

Spezielle Untersuchungen

1. Serum Harnstoff ist normalerweise erhöht.
2. Zystogramm (gefüllte Blase und schräge Aufnahmen).

Behandlung

1. Intraperitoneale Rupturen müssen chirurgisch versorgt werden.
2. Kleine extraperitoneale Rupturen können konservativ behandelt werden mit Dauerkathetereinlage für 10 Tage.

5. Urethraerletzungen

Fast ausschliesslich bei Männern und in Kombination mit Beckenfrakturen.

Klinik

1. Blutaustritt aus dem Meatus externus.
2. Unmöglichkeit der spontanen Blasenentleerung.
3. "Schwebende" Prostata bei der Rektaluntersuchung.
4. Extravasation von Urin ins Skrotum.

Beachte

Keine Kathetereinlage vor dem Urethrogramm, wenn einer der erwähnten Punkte vorhanden ist.

Spezielle Untersuchungen

Urethrogramm

Behandlung

Vermeide die transurethrale Kathetereinlage bei Verdacht auf Urethraverletzungen. Konservative Therapie. Suprapubische Ableitung für 2 Wochen.

6. Pankreasverletzungen

Stumpfes oder penetrierendes Trauma. Stumpfe Traumen ergeben oft diagnostische Probleme und sind häufig mit Duodenalverletzungen assoziiert.

Klinik

1. Anamnestisch epigastrisches Trauma.
2. Epigastrische, oft milde Schmerzen.
3. Akute Pankreatitis.
4. Manchmal späte Präsentation mit Pseudozysten.
5. Verschleierte Peritonitis.

Spezielle Untersuchungen

1. Serumamylase (erhöht in 70% der Fälle beim stumpfen Trauma und in 30% der penetrierenden Pankreastraumen).
2. CT, vor allem beim stumpfen Trauma.
3. ERCP

Behandlung

1. Kleine Verletzungen, die im Ultraschall oder im CT nachweisbar sind, können u. U. konservativ therapiert werden. Cave: Pseudozystenbildungen.
2. Verletzungen mit einer grösseren duktalem Leckage erfordern die chirurgische Intervention.

7. Kolonverletzungen

Gewöhnlich beim penetrierenden Trauma mit Zeichen des akuten Abdomens.

Abklärung und Therapie

1. Start mit einer Antibiotikatherapie (2. oder 3.Gen.Cephalosporin und Metronidazol = z. Bsp. Cefuroxim/Metronidazol)
2. Chirurgisch gibt es verschieden Vorgehensweisen:
 - Primärer Repair mit oder ohne vorgeschaltete Kolostomie
 - Exteriorisation der Wunde als Kolostomie
 - Kolonsegmentresektion und
 - Kolostomie.

Ausser bei einer grossen Verletzung mit Resektion oder bei erheblichem Stuhlaustritt oder Eiter sollte die primäre Versorgung angestrebt werden.

8. Rektumverletzungen

Meist durch penetrierende Traumen, weniger häufig bei Beckenfrakturen oder Fremdkörpern.

Klinik

1. Extraperitoneale Perforationen können nur minimale Symptome zeigen.
2. Bei der rektalen Untersuchung kann die Perforation übersehen werden. Blut am Fingerling.

Behandlung

Frühversorgung mit oder ohne Kolostomie und mit oder ohne präsakrale Drainage.

Fehler beim Management des Abdominaltrauma

- Antibiotika-Gabe bei penetrierenden Verletzungen ohne Intervention. Sie verschleiern wichtige Zeichen und Symptome!
- Falsche Sicherheit der negativen DPL: Eine negative Lavage schliesst eine signifikante intraabdominelle Verletzung nicht aus. DPL häufig negativ bei Zwerchfellrupturen, retroperitonealen Verletzungen und Hohlorganperforationen.

- Unterlassung der rektalen und vaginalen Untersuchung, vor allem bei Verkehrsunfällen und Beckenfrakturen.

Gefässe peripher

Ätiologie

Penetrierende Verletzungen, Frakturen, Luxationen

Klinische Zeichen

Aktive Blutung, Blutungsschock, grösser werdendes oder pulsierendes Hämatom, Strömungsgeräusch, nicht tastbare oder verminderte Pulse

- Das Vorhandensein eines peripheren Pulses schliesst eine proximale Gefässverletzung **nicht** aus. In vielen Fällen ist ein peripherer Puls noch vorhanden. Andere klinische Zeichen beachten!
- Knieahe Frakturen & Luxationen sind häufig mit einer Gefässverletzung verbunden.

Untersuchungen

1. Verschlussdruckmessung mit Dopplersonde: Ein Fuss-Brachial-Index < 0.9 (im Liegen) ist verdächtig für eine Gefässverletzung. Damit ist die Indikation für eine Angiographie gegeben.
2. Farb-Duplexsonographie: Sehr genaues Instrument für die Evaluation von Gefässströmen.
3. Angiographie: Die Indikationen für eine notfallmässige Angiographie sind kontrovers. Einige Zentren bevorzugen bei allen Verletzungen in der Nähe von grossen Gefässen die Angiographie. Wir verlassen uns eher auf klinische Zeichen und die Doppler-Technik der Druckmessung. Unsere Indikationen für die notfallmässige Angiographie sind: **Ein Strömungsgeräusch bei einem stabilen Patienten, Schussverletzungen, Gefässverletzungsverdacht bei stumpfen Traumen, abnorme Verschluss-druckmessungen (Doppler)**. Einige Zentren benützen die Technik einer einmaligen Kontrast-Gefässdarstellung im Schockraum / Notfallops.

Technik der einmaligen Kontrast-Gefässdarstellung

Gewöhnlich im OP durchgeführt vor oder während einer operativen Intervention. 20 ml einer Kontrastlösung werden in die proximale Extremitäten-Arterie mit einer 18 G intravenösen Kanüle verabreicht. Die Kontrastlösung wird so schnell als möglich injiziert. Die Aufnahme der Extremität erfolgt unmittelbar vor dem Ende der Injektion.

Komplikationen

Unerkannte Gefässverletzungen führen zu Thrombosen, Aneurysmen und a/v Fisteln.

Behandlung (in Rücksprache mit Gefässchirurgen)

Grössere Gefässverletzungen immer operativ versorgen. Radiologisch erkannte, klinisch nicht relevante Verletzungen können evt. konservativ behandelt werden.

Häufige Fehler

1. Die Präsenz von peripheren Pulsen schliesst eine signifikante, Gefässverletzung nicht aus. Vergleiche immer mit der normalen Seite (Palpation und Verschlussdruckmessung)
2. Bei einmaliger Kontrast-Gefässdarstellung kann eine Arterienverletzung verpasst werden.

Beckenfrakturen

I. Häufig assoziierte Verletzungen

- 1) Blasenverletzungen
- 2) Urethra-Verletzungen
- 3) Iliakale Gefässverletzungen
- 4) Rektumperforation
- 5) Vaginale Perforation
- 6) Schwerer Blutverlust aus den Frakturstellen

Folgende Massnahmen können den Blutverlust vermindern

- 1) Straffer Kompressionsverband bei langen Transportwegen (z. Bsp. Hüftgurt)
- 2) Externe Fixation des Beckens (Beckenzwinge) in geeigneten Fällen.
- 3) Angiographie und selektive Embolisation der blutenden Gefässe. Angiographie sollte möglichst früh in allen Fällen mit ausgedehnten Beckenfrakturen durchgeführt werden. Warte nicht bis zum grossen Blutverlust.
- 4) Laparotomie erwägen bei persistierender Kreislaufinstabilität

Untersuchungen

- 1) Immer rektale und vaginale Untersuchung!
- 2) Suche nach Zeichen von Blasen- oder Urethra-Verletzungen

- 3) Urinanalyse (Mikrohämaturie)
- 4) Retrograde Urethrographie /Cytogramm, bei entsprechender Indikation
- 5) CT-Scan bei ausgedehnten Beckenfrakturen

2. Häufige Fehler

- 1) Unterlassung der vaginalen und rektalen Untersuchung. Bedeutende Verletzungen können übersehen werden!
- 2) Angiographie und Embolisation zu spät durchgeführt. Grosser Blutverlust mit Gerinnungsproblemen sind die Folge.

Rückenmarksläsionen

I. Einleitung

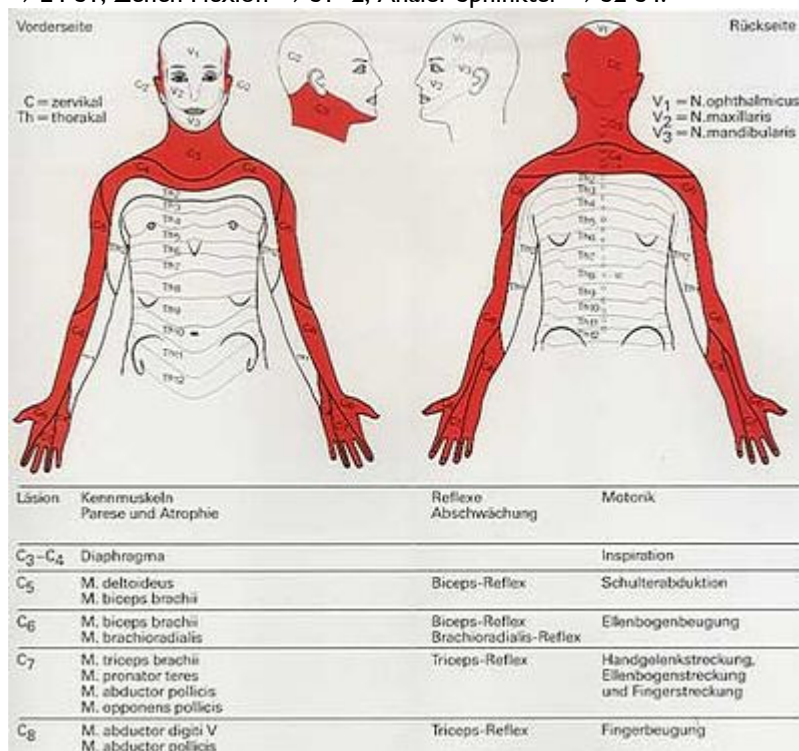
Ursachen

Wirbelsäulen-Frakturen und/oder Dislokationen, penetrierende Verletzungen. Rund 90% aller Verletzungen durch stumpfe Traumen sind auf Höhe C5-C6, Th1-L1, Th4-Th6, lokalisiert.

Diagnose

Die Diagnose wird oft zu spät gestellt, besonders im Zusammenhang mit schweren Schädel-Hirn-Traumen und multiplen Verletzungen und Intoxikationen. Bei geringstem Verdacht immer die gefährdete Wirbelsäule schützen. Immer an Rückenmark-Verletzungen denken bei: Verkehrsunfällen, Sturz und penetrierenden Verletzungen nahe der Wirbelsäule. 25% aller Stürze über mehr als 3 m sind mit Wirbelsäulenverletzungen verbunden. Palpiere die Spinalfortsätze und suche nach Druckdolenz und Schwellung. Suche eine Paralyse oder Muskelschwäche (Tractus corticospinalis), Hyp- und Anästhesie mit spitzem Gegenstand (Tractus spinothalamicus), Lagesinn-Störung (Columna posterior) und Reflexveränderungen.

Beschreibe die Rückenmark-Verletzung mit der Höhe der Läsion motorisch und sensibel. Wichtige Dermatome sind: Daumen → C6; Kleinfinger → C8; Proc. Ulnaris des Ellbogens → Th1; Brustwarzen → Th4; Xyphoid → Th6; Bauchnabel → Th10; Schambein → Th12. Wichtige Myotome sind: Schulter Abduktion → C5; Ellbogen Flexion → C5+6; Ellbogen Extension → C7; Finger Flexion → C8; Hüft Flexion → L1+2; Knie Extension → L3+4; Knie Flexion → L4-S1; Zehen Flexion → S1+2; Analer Sphinkter → S2-S4.



Das Rückenmark endet beim Erwachsenen auf Wirbelhöhe L1-L2. Verletzungen unterhalb dieser Grenze betreffen die Wurzel der Cauda equina.

Schwerwiegende Symptome von bedeutenden intra-abdominalen Verletzungen können durch eine Wirbelsäulenverletzung verschleiert werden.

Spinaler Schock: Keine Reflexe oder willkürliche Innervation distal der Verletzung. Der spinale Schock entsteht sofort und ist passager. Wenn eine Reflexaktivität zurückkommt ohne distale Sensibilität und willkürliche, motorische Aktivität, so wird die Rückenmarksläsion als komplett beschrieben, prognostisch ohne funktionelle Erholungstendenz. Die sakralen Reflexe (analer und bulbo-cavernöser Reflex) sind die ersten, die sich erholen nach spinalem Schock, in der Regel innerhalb von 24 Stunden.

2. Inkomplette Rückenmarksläsion

„Anteriores“ Syndrom: Verlust von Kraft, Schmerz- und Temperaturempfindung.

„Posteriores“ Syndrom: Verlust der Propriozeption (Lagesinn) und Sensibilität (Druck- und Vibrationssinn).

Brown-Sequard Syndrom (üblicherweise nach Stichverletzungen): Ipsilaterale spastische Paralyse und Verlust des Vibrations-, Druck- und Lagesinnes distal der Läsion. Kontralateraler Verlust des Schmerz- und Temperatursinnes distal der Läsion.

Zentrales Medulla-Syndrom: Betrifft das Zervikalmarks nach traumatischer Hyperflexion oder Hyperextension: muskuläre Schwäche oder Paralyse aller 4 Extremitäten, aber ausgeprägter an den oberen Extremitäten.

Einschränkung des Schmerz- und Temperatursinnes, nicht aber der Propriozeption und des Vibrationssinnes im Bereiche der Arme und der oberen Thoraxapertur: dissoziierte Sensibilität mit Schal ähnlicher Verteilung (DD: Syringomyelie, Art. spin. ant. Syndrom, zentraler Spinaltumor).

3. Spezifische Frakturen im zervikalen Bereich

a) Fraktur des Atlas

- Der häufigste Typ ist die extension-kompressions-bedingte Fraktur des posterioren Bogens. Das ist eine stabile Fraktur, die mit einem harten Halskragen behandelt wird.
- Jefferson's Fraktur: Vertikale Kompression und Berstung der lateralen Massen des Atlas durch die Kondylen des Occiput. Wenn C1 mehr als 7mm gegenüber C2 verbreitet ist, handelt es sich um eine instabile Fraktur mit notwendiger Stabilisierung (z.B.: Halo).

b) Densfraktur

Instabilität und Pseudoarthrosen sind häufig und machen eine operative Sanierung oft notwendig. Wichtig: Densfrakturen ausschliessen bei alten Menschen nach Sturz auf den Kopf (Rx Schädel seitlich).

c) "Hanged man fracture"

Hyperextensionstrauma mit Fraktur und Dislokation von C2-3. (Erhängungen: "Hanged man fracture"). Je nach Ausmass der Dislokation konservative oder operative Behandlung.

d) Dislokation C7 bis Th1

Häufig ist eine operative Reposition und Stabilisation notwendig.

Primäre Massnahme bei HWS Verletzungen ist die Extensionsbehandlung mit den Gardner Wellklammern.

e) Thorakolumbale Verletzungen

Stabil sind Frakturen mit einer Winkeldeformation $< 10^\circ$ bei intakten dorsalen Elementen. Wenn die Deformation ca. 15° beträgt, kann mittels geschlossener Reposition und einem Gipskorsett behandelt werden. Bei grösserer Winkeldeformation und neurologischen Ausfällen, wird eine operative Versorgung angestrebt.

Diagnostik

1. Röntgenaufnahmen: Bei Verdacht einer zervikalen Fraktur muss durch Zug an den Oberarmen sowohl Th1 als auch C1 visualisiert werden. Spezielle Aufnahmen transoral mit offenem Mund stellen den Dens dar. Swimmer's Darstellung zeigt die unteren zervikalen Abschnitte. Weichteilverschattungen über 5 mm frontal von C3 (im seitlichen Bild) oder mehr als 2/3 der Breite eines zervikalen Wirbelkörpers sind verdächtig für eine erhebliche Läsion der anterioren Strukturen. Eine Verbreiterung des Mediastinum im a.-p. Bild kann Resultat einer thorakalen Fraktur sein.
2. CT-Scan: Sollte in jedem Fall bei allen Patienten mit Wirbelsäulenschmerzen basierend auf den konventionellen Röntgenbildern durchgeführt werden
3. MRI-Scan: bei spezifischen Fragestellungen nach Bandscheibenverletzungen oder unklarer neurologischer Situation
4. Tomographie
- 5.

Allgemeine Therapie

1. Lebensrettende Sofortmassnahmen sofort durchführen: Kreislaufchock und Hypoxämie sofort behandeln, um sekundäre Schäden - insbesondere auch am Rückenmark - zu vermeiden.
2. Rückenmarksläsionen sind häufig begleitet mit tiefen Blutdruckwerten bedingt durch den fehlenden Sympathikotonus distal der Läsion. Trendelenburg-Lagerung, i.v. Flüssigkeitsapplikation oder sogar Katecholamine (Dopamin) werden notwendig. **Der MAP ist zwischen 80-95 mmHg zu halten.**
3. Bei tetraplegischen Patienten ist die Gefahr der respiratorischen Insuffizienz gross. (OPI-Indikation grosszügig stellen.) Atemphysiotherapie, Trachealtoilette und Beatmung kann notwendig werden.
4. Reposition und Stabilisierung sind wichtig, normalerweise wird dies mit einer korrekten Neutrallage und durch Zug an der Wirbelsäule durchgeführt.
5. Der paralytische Ileus ist häufig ein Problem nach Rückenmarksläsionen. Eine Magensonde wird dringend empfohlen. Schrittweiser Nahrungsaufbau.

6. Bei offenen oder penetrierenden Läsionen die Antibiotika-Prophylaxe nicht vergessen (z. Bsp. Cefuroxim)
7. Blasenatonie: Suprapubische Drainage. Später wird die intermittierende Katheterisierung durchgeführt, um die Infektinzidenz zu senken und das Blasenrainig zu ermöglichen.
8. Druckstellen präventiv schützen. Bereits beim Bettbestellen an die Superweichmatratze denken, Umlagerung im 2 Std.-Rhythmus, korrekte Ernährung und Hygiene beachten.
9. Bei akuten neurologischen Läsionen, kann die hochdosierte Steroidmedikation indiziert sein. Hochdosierte Steroidtherapie innerhalb der ersten 8 Stunden nach Unfall mit Rückenmarksläsion: **Methylprednison Bolus 30 mg/kg i.v., Erhaltungsdosis mit Infusionsperfusor von 5.4 mg/kg/h über die nächsten 24 h Stunden.** Diese Therapie liegt im Ermessen des behandelten Arztes. Ein Unterlassen kann nicht als Kunstfehler angesehen werden.
10. Thromboseprophylaxe: Fraxiparin, Heparin, Bein-Kompressionssysteme.
11. Nach spinalem Schock kann sich eine Spastizität der distalen Muskulatur entwickeln. Behandlung mit Physiotherapie, und allenfalls medikamentös: Baclofen, Valium, Dantrolen (?).
12. Regelmässige Kontrollen der Harnwege: Infekt, Stenosen und Steinleiden (IVP).
13. Eine gefährliche arterielle Hypertension (Kopfschmerz, intrazerebrale Blutung) kann nach spinalem Schock auftreten (Autonome Dysreflexie der distalen Körperarterienabschnitte): Auslöser können unter anderem sein: Volle Harnblase, andere Stimulationen intraabdominal (Bsp.: Zystoskopie). Sofort Stop der Stimulation und allenfalls kurzwirksame Antihypertensiva (Trinitroglycerin-Präparate).

6. Prognose

1. Komplette Durchtrennung des Rückenmarks: Schlechte Prognose, bisher keine effektive Therapie
2. Partielle Durchtrennung oder spinale Kontusion: Häufig Verbesserung oder bei penetrierenden Verletzungen sogar komplette Erholung möglich.

Anmerkungen

1. Weites Mediastinum im a.p. Röntgenbild: DD: Aortenruptur und/oder thorakale Frakturen!
2. Immer Th I im seitl. Röntgenbild mitdarstellen. Sonst CT.
3. Weiche Halskragen sind nutzlos! Harte Halskragen sind gut (zur vorübergehenden Stabilisierung). Sandsäcke und Zugtraktion sind am besten.
4. Alle Patienten mit Symptomen an der Wirbelsäule müssen ein CT-Scan haben, auch wenn die konventionellen Röntgen „scheinbar“ normal sind.
- 5.

Maxillofazial

1. Luftweg

Atemwegsobstruktion ist der häufigste Grund für den Tod der Patienten mit maxillofazialen Trauma. Absaugen der oberen Atemwege von Blut und Sekreten, Entfernen von lockeren Zähnen. In schweren Fällen ist eine Intubation (blind nasotracheal intubation!?) oder Notfalltracheotomie notwendig. Für verlorene Zähne mit Verdacht auf Aspiration wird ein Thoraxbild a.p. empfohlen.

2. Epistaxis

Profuses Nasenbluten (Epistaxis) wird mit einer vorderen und allenfalls hinteren Tamponade beherrscht. Die hintere Tamponade kann mit einem Foley Katheter der Grösse 8, durch den Nasengang in den Oropharynx eingeführt, improvisiert werden. 5-10 ml Wasser werden in den Cuff eingespritzt, und der Ballon wird durch sanften Zug nach frontal an die Choane gezogen. Die anteriore Tamponade wird dann mit konventionellem Verbandmaterial oder speziellen nasalen Tampons gestillt. Die Tamponade sollte nicht länger als 24 bis 48 Stunden am Ort bleiben (Infekton- und Meningitisgefahr). Persistierendes Bluten kann allenfalls mit angiographischer Embolisation oder Ligatur der a. maxillaris etc. beherrscht werden.

3. Weitere Probleme

Identifiziere und behandle andere nicht lebensbedrohliche Verletzungen wie:

1. Gesichtsschädelfrakturen: Die Diagnose ist klinisch und radiologisch. Spezielle Röntgen oder CT Darstellungen sind eventuell notwendig. Frakturen der Maxilla oder Mandibula sind häufig kontaminiert durch die Kommunikation mit der Mundhöhle. Diese Patienten bekommen eine Tetanus-Prophylaxe, i.v. Antibiotika und desinfizierende Spüllösungen für den Mundbereich.
2. Verletzung des Speichelganges der Parotis: Frühe Diagnose und Readaption ist wichtig, um Spätkomplikationen (Sialozele, Speichelfistel) zu vermeiden. Katheterisierung des Ganges vom bukkalen Orificium her wird mögliche Verletzungen darstellen.
3. N. facialis (VII) Verletzungen: Hier gibt es keine Indikation für eine Notfalloperation. Eine Nervenplastik sollte aber nicht zu lange herausgezögert werden.
4. Augen: Kontrolliere Visus, Gesichtsfeld, Doppelbilder, Pupillen, Augenbeweglichkeit,
5. Weichteilverletzungen: Keine ausgedehnten Debridements, Gesichtsverletzungen heilen gut und schnell, Infekte sind selten. Die meisten Rissquetschwunden können auch noch nach 24h primär verschlossen werden.

4. Hyphaema und direkte Bulbusverletzungen

1. **Hyphaema:** Blut in der vorderen Augenkammer bedeutet ophthalmolog. Konsilium und strikte Bettruhe für 5 Tage, um Nachblutungen zu vermeiden.

2. **Bulbusperforation:** Fachärztliche operative Sanierung und in schwersten Fällen sogar Eukleation. Im letzten Fall sollte der Eingriff innerhalb von 2 Wochen nach Trauma geschehen, um autoimmunologische Schäden des zweiten Auges zu verhindern (symphatische Ophthalmie).
3. **Diplopie:** Nach Orbitafrakturen, Orbitahämatomen, Verletzungen der extraorbitalen Muskulatur, Verletzungen der Hirnnerven III, IV und VI.
4. **Asymmetrie der Pupillen** nach Trauma:
 - Direkte Binnenläsion des Auges
 - Oculomotoriusparese (DD: Clivus-Symptom bei erhöhtem ipsilateralen Hirndruck!)
 - N. opticus (II) Kompression im canalis opticus (muss innert 8 Stunden dekomprimiert sein!)
 - Horner Syndrom
 - Konjunktival applizierte Medikamente oder Status nach Augenoperationen

Anmerkungen

Der Luftweg ist der wichtigste Bestandteil der Behandlung: Unterschätze dieses Management nie! Ein Patient kann innert Minuten ad exitum kommen, deshalb rechtzeitig eine fachärztlich ausgeführte Intubation oder Koniotomie/Tracheotomie durchführen.

Nervenverletzungen

I. Allgemeine Begriffe

Arten von Nervenverletzungen:

- Neurapraxie: Funktionelle Paralyse ohne offensichtliche anatomische Läsion. Sehr gute Prognose
- Axonotmesis: Durchtrennung der Axonen bei intakter Nervenscheide. Regeneration der Nervenfasern mit guter Prognose.
- Neurotmesis: Komplette oder partielle Durchtrennung eines Nerven (Nervenscheide und Axonen). Nervennaht nötig, Prognose reserviert.

2. Gemischte Hirnnervenverletzungen

- N. oculomotorius (III)
Klinische Symptome und Zeichen: Ptose, Mydriase, Verlust der Akkommodation, Diplopie, Strabismus divergens
- N. facialis (VII):
Klinische Symptome und Zeichen: Zentrale: Kontralaterale spastische Paralyse der Gesichtsmuskulatur: Stirne, Augenlider, Mund: Kein Lidschluss, kein Pfeifen
- N. accessorius (XI)
Klinische Symptome und Zeichen: Paralyse des M. sternocleido-mastoideus und trapezius: Hängende Schulter, Adduktion des Oberarmes bei Elevation über Horizontalebene unmöglich.

3. Gemischte periphere Nervenverletzungen

...und deren klinische Symptome und Zeichen:

- **N. radialis**
Proximale Läsion:
 - Motorisch: Extension von Vorderarm Handgelenk und Finger eingeschränkt, "Fallhand"
 - Sensorisch: Anästhesie über dem dorsalen Vorderarm, an der Daumenbasis zwischen Daumen und Zeigefinger volar
 Distale Läsion:
 - Keine motorischen Ausfälle
 - sensorischer Ausfall an Daumenbasis (s.oben)
- **N. medianus**
Proximale Läsion:
 - Motorisch: Faustschluss eingeschränkt bis unmöglich, "Schwurhand": fehlende Flexion der Finger II und III bei erhaltener Flexion von Dig IV und V (durch M. flexor digitorum profundus, der durch N. ulnaris versorgt wird). Fehlende Adduktion, Flexion und Opposition des Daumens
 - Sensorisch: Anästhesie über Dig I bis III und IV radiallyseitig.
- **N. ulnaris**
Proximale Läsion:
 - Motorisch: Unfähigkeit der Abduktion und Adduktion der Finger (Mm. Interossei und lumbricales). "Froment-Zeichen": Flexion der Daumenendphalanx beim Festhalten eines Stück Papier oder Karton zwischen Daumen und (Zeige)finger
 - Sensorisch: Anästhesie von Dig IV ulnarseits und Dig V
 Distale Läsion:

- im Prinzip gleiches Bild wie proximale Läsion ausser dass die Funktion M. flexor carpi ulnaris und Teile des flexor digitorum profundus erhalten ist (Flexion und Ulnarduktion im Handgelenk?)

- **N. axillaris**
Ausfall des M. deltoideus mit Unfähigkeit der Abduktion im Schultergelenk
- **N. musculo-cutaneus**
Unfähigkeit der Vorderarmflexion (M. biceps brachii)
- **N. ischiadicus**
 - Motorisch: Fallfuss, Schwäche der Knieflexion
 - Sensorisch: Kompletter Sensibilitätsausfall unterhalb des Knies mit Ausnahme eines schmalen Streifens entlang der Innenseite von Ober-, Unterschenkel und Fuss (N. saphenus)
- **N. peroneus (N. poplitealis lateralis)**
 - Motorisch: Paralyse der Fussextensoren und der peronealen Muskelgruppe: Fallfuss
 - Sensorisch: Anästhesie Aussenseite der distalen zwei Drittel des Unterschenkels
- **N. tibialis (N. poplitealis medialis)**
 - Motorisch: Paralyse des M. triceps surae mit pes calcaneo-valgus
 - Sensorisch: Anästhesie der Fussohle
- **N. femoralis**
 - Motorisch: Quadriceps femoris Lähmung mit fehlender Knieextension
 - Sensorisch: Anästhesie über einem Streifen entlang der Innenseite von Ober- Unterschenkel und Fuss (N. saphenus)

4. Verletzung des Sympathischen Grenzstranges

Horner Syndrom bei Verletzung des Ggl. Stellatum mit Ptose, Miose und Enophthalmus sowie Anhidrose im Gesicht.

Weichteile

I. Ausgedehntes Weichteiltrauma

a) Systemische Komplikationen

1. Hypovolämer Schock
2. Nierenversagen (Myoglobulinurie)
3. Metabolische Störungen (ev. massive) *Hypocalcämie* (infolge Ca^{++} Bindung im verletzten Gewebe), *Hyperphosphatämie*, *Hyperkaliämie*, Anstieg von Serum Harnsäure und CPK
4. Hämatologische: Subklinische DIC infolge Gerinnungsaktivierung durch freigesetzte Gerinnungs aktivierende Substanzen aus dem Gewebe (Geweibsthibrombokinase)

b) Lokale Komplikationen

1. Wundinfekt
2. Infekt von tiefer liegenden Hämatomen und traumatisierten Gewebeteilen
3. Compartment-Syndrom
4. Nekrotisierende Fasziiitis

c) Abklärungen, Monitoring

1. Labor: Hb, Lc, Tc, Harnstoff, Creatinin, Na, K, Ca, Phosphor, CPK, Urinstatus (Hämoglobinurie, Myoglobulinurie, pH)
2. Ueberwachung der Volämie durch 1) klinische Beurteilung (capillary refill, P, BD), 2) Beurteilung der art. Druckkurve (resp. Schwankungen ?) 3) ZVD-Verlauf 4) Diurese
3. Blasenkatheter: Std. Urinmenge (0,5ml/kg/h).

d) Therapie

1. Prophylaxe des akuten Nierenversagens:
 - gute Hydratation (Normovolämie)
 - Diurese > 100 ml/h (oder > 1 ml/kg/h) während den ersten 24 h, ggf Urin alkalinisieren mit NaBic iv. (Effekt umstritten)
2. Korrektur von Elektrolytstörungen: Cave Kombination von (auch nur leichter) Hyperkaliämie und Hypocalcämie ist stark kardiotoxisch.
3. Frühzeitige Fasziotomie bei sich abzeichnendem Compartmentssyndrom (Reperfusionsschäden).

2. Schnittverletzungen

a) Primärverschluss

bei frischen sauberen Wunden

Technik

1. Lokal- oder Allgemeinanästhesie

2. Spülen mit NaCl oder Lavasept-Lösung
3. Digitale Exploration im Hinblick auf Fremdkörper
4. Debridement wenn nötig (zerstörtes oder ischämisches Gewebe)
5. Schichtweiser Wundverschluss, so dass keine Hohlräume entstehen, ev. Drainageeinlage.
6. Evt. Immobilisation (Schiene) und Hochlagerung
7. Tetanus Impfung

b) Verzögerter Primärverschluss

Anwendung immer dann wenn der Verdacht auf Kontamination besteht oder bei Gewebnekrose. Wunddebridement und Verschluss innert 4 Tagen, d.h. vor der Bildung von Granulationsgewebe.

c) Sekundärverschluss

Bei offensichtlich kontaminierten oder infizierten Wunden. Wundverschluss nach der Bildung von Granulationsgewebe (nach 5 Tagen oder später). Oft Transplantat nötig.

3. Bisswunden (Tier, Mensch)

a) Bakteriologie

Von den mehr als 200 Spezies im Säuger-Mund sind **Staphylokokken und Streptokokken** die Keime, die am häufigsten Infekte verursachen.

Bei Hundebissen kommt **Pasteurella multocida** hinzu. Dieser Keim ist sensibel auf Penicillin, Tetracycline und Cephalosporine, jedoch resistent auf Erythromycin und Aminoglycoside. Durch Hundebisse können Tollwut, Brucellose und Blastomyose übertragen werden.

Bei Bissverletzungen durch Menschen können Hepatitis, HIV, Lues, Actinomyces und Tbc übertragen werden.

b) Prognose

Menschliche Bisswunden haben eine besonders hohe Infektrate. Bissverletzungen an der Hand haben das höchste Infektrisiko und damit die schlechteste Prognose (Verlust von Fingern und Gelenkversteifungen nicht selten)

c) Therapie

In der Regel ambulant, ausser bei infizierten Bisswunden, Gelenksbeteiligung oder Beteiligung von Sehenscheiden

Primärnaht, in der Regel nur im Gesicht ausser bei Infekt, Bisswunden an der Hand und bei Stichkanälen ("puncture bites")

Antibiotika Therapie:

- Amoxicillin/Clavulansäure (bei allen Tier- und Menschenbissen erste Wahl, Ausnahme: Schlangen und Spinnenbisse)
- Alternativen:
- Nager: Doxycyclin
- Katzen: Cefuroxim (Zinacef®) oder Doxycyclin
- Hunde: Clindamycin plus Ciprofloxacin (Erwachsene) bzw. Clindamycin plus TPM/SMX (Bactrim®) (Kinder)
- Menschliche Bisse:
- Frühphase (< 12 h): Amoxicillin/Clavulansäure
- Später (bei Infektzeichen): Cefoxitin oder Piperazillin/Combactam
- bei Penicillinallergie: Clindamycin + TPM/SMX (Bactrim®)

Tetanusimpfung

Tollwut Prophylaxe bei spezieller Indikation

Fixation und Hochlagerung bei Bisswunden an der Hand

d) Tollwutprophylaxe

1. Nicht notwendig bei Bisswunden durch bekannte, gesunde Haustiere
2. Bisswunden durch streunende Tiere, die beobachtet werden können: Tier während 10 Tagen beobachten, bei klinischem Verdacht auf Tollwut, Tier schlachten lassen und Gehirn auf Tollwut untersuchen, bei positivem Resultat Prophylaxe einleiten
3. Bisswunden durch streunende Tiere, die nicht beobachtet werden können: Prophylaxe einleiten falls Angriff des Tieres unprovokiert erfolgte
4. Bisswunden durch Wildtiere (Fleischfresser): Prophylaxe einleiten, ausser das Tier kann erlegt und untersucht werden

Anmerkungen

- Gabe von Erythromycin oder Aminoglycosiden bei Tierbisswunden (Pasteurella multocida nicht abgedeckt)

- Kein primärer Wundverschluss bei extensiven Lacerationen: Diese können aber ohne Komplikationen primär versorgt werden

Kompartiment

Definition

Erhöhter Gewebedruck innerhalb eines Muskelkompartimentes (> 25 - 30 mmHg) mit kapillärer Minderperfusion und Ischämie

Ätiologie

Frakturen, Hämatome, Kontusionen, Gefässverletzungen, Verbrennungen, zu enge Verbände und Gipse, Lagerungsschäden, Intoxikationen (overdose).

Lokalisationen

Meist an den unteren Extremität, seltener am Oberschenkel, Gesäss, Armen und Händen

Anatomie der Muskelkompartimente am Unterschenkel

- anterior (Fussheber, Zehenextensoren)
- lateral (Peroneusloge)
- posterior oberflächlich
- posterior tief

Klinik (6 P's)

Pain - Pressure - Paresthesia - Paralysis - Pink Color - palpable Pulse (ausser im fortgeschrittenen Stadium!) und passiver Dehnungsschmerz des Muskels.

Differentialdiagnose

Gefäss und Nervenverletzungen

Abklärungen

Druckmessung in den Kompartimenten (falls > 30 mmHg: Fasziotomie, normal Druck < 10 mmHg)

Therapie

1. Ursache beheben
2. Fasziotomie und Dekompression

Häufige Fehler

Vorhandener Puls und rosige Hautfarbe schliessen ein Compartment-Syndrom nicht aus! Fehlender Puls und blasse Haut sind Spätzeichen.

Schussverletzung

Definitionen

- low velocity injury (Penetrierende Verletzungen niedriger Geschwindigkeit): < 340 m/s, z.B. Messer und Handfeuerwaffen
- high velocity injury (hohe Geschwindigkeit): > 340 m/s, z.B. Gewehrkugeln und Minen(splitter)

Verletzungsmechanismus

"Low velocity" Verletzungen

Gewebescheiden durch direkte Einwirkung (Laceration und Quetschung), d.h. nur Gewebe, das in direkten Kontakt mit dem Geschoss kommt, wird beschädigt. Gesamter Schaden offensichtlich, nichts ist versteckt

"High velocity" Verletzungen

- **direkte** Laceration und Quetschung wie bei "low velocity injury"
- **Schockwelle:** Gewebekompression in Schussrichtung mit Bildung einer sphärischen Schockwelle. Dadurch Entstehung von entfernten Gewebescheiden weg vom primären Schusskanal. Solide Organe wie Leber, Milz und Muskulatur sind sehr empfindlich auf Schockwellenverletzung
- **Temporäre Kavitationshöhle:** Durch die Schockwelle entsteht eine passagere Höhle. Knochen kann zerschmettert werden und Blutgefässe können beschädigt werden, ohne dass sie direkten Kontakt mit dem Projektil haben. Der negative Druck in der Kavitationshöhle reisst Gewebetrümmer und Bakterien hinein. Solide Organe sind jeweils stärker betroffen als Haut und Lunge.
- **Therapie:**
 - Extensives Debridement (Haut, Subcutis, Muskulatur). Gemäss neueren Studien scheint aber auch ein etwas begrenzteres Debridement zu genügen

- Sorgfältiges Ausschliessen von Gefässverletzungen
- Fasziotomie bei Extremitätenverletzungen oft notwendig
- Bei Lungenverletzungen keine Routinethorakotomie nötig, Management wie normale penetrierende Thoraxverletzungen.

Bomben Explosionen

Bombensplitter verhalten sich in der Nähe der Explosion gleich wie Hochgeschwindigkeitsgeschosse (verursachen nebst direkter Lazeration und Quetschung Schockwellen und temporäre Kavitationshöhlen), weiter weg davon wie sog. Niedriggeschwindigkeitsgeschosse.

Explosions Druckwelle (3 Komponenten):

- *rasche expandierende komprimierte Luft* (kugelförmig). Druck in unmittelbarer Nähe der Explosion am höchsten, Druckwelle fliesst um Hindernisse (ähnlich Schallwellen) und kann auch Personen verletzen, die dahinter in Deckung gehen
- *negativer Druck (Sogwirkung)* unmittelbar nach der Druckwelle
- *dynamischer Druck*: expandierende Gase der Explosion verdrängen ein Luftvolumen gleicher Grösse, das sich mit hoher Geschwindigkeit fortbewegt
- Explosionen im Wasser haben schlimmere Auswirkungen als in der Luft
- Gashaltige Organe sind empfindlich auf Druckwelle:
 - Ohr: Trommelfellruptur, Dislokation der Gehörknöchelchen, Innenohrschäden
 - Lunge: Blutungen, Luftembolie, Alveolarschäden
 - GIT: Ruptur von Hohlorganen, Blutungen

4

Schussverletzungen

- Distanz < 6 m: Verhalten wie high velocity Geschosse
- Distanz < 2 m: Gesamte Energie dringt in den Körper ein
- Distanz > 6 m: Verhalten wie low velocity Geschosse

a) Therapie

- bei Penetration nur von Haut und Subcutis: Tetanus Rappel, Entfernung der Projektile nicht nötig
- bei Penetration der Faszie: Ausschluss von Gefäss-Nerven Verletzungen, sonst wie oben
- Massive Gewebedestruktion: Debridement, Versorgung von Gefässverletzungen, offene Wundbehandlung, ev. Fasziotomie, Antibiotika (?), Tetanus Rappel.

b) Anmerkungen

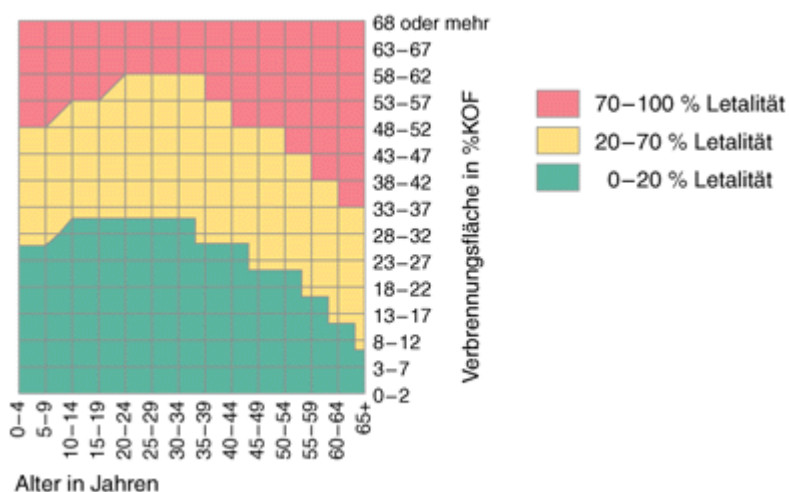
Bei Explosionstraumata können signifikante innere Verletzungen bestehen ohne sichtbar äussere Schäden!

Verbrennungen

I. Allgemeines

- Grundsätzlich ist bei jedem schweren Verbrennungsnotfall (zweitgradig tief und ausgedehnt) der Oberarzt der Unfallchirurgie beizuziehen. Die Versorgung leichterer Fälle liegt in der Kompetenz des chirurgischen Notfallassistenten.
- Bei bekanntem Inhalationstrauma, Stromunfällen oder sonstigen schweren Begleitverletzungen ist zusätzlich eine Notfallequipe der Anästhesie zu rufen.

Die Verlegung von Verbrennungspatienten auf die OPI bevor sie endgültig verbunden sind, erfolgt nur in Ausnahmefällen.



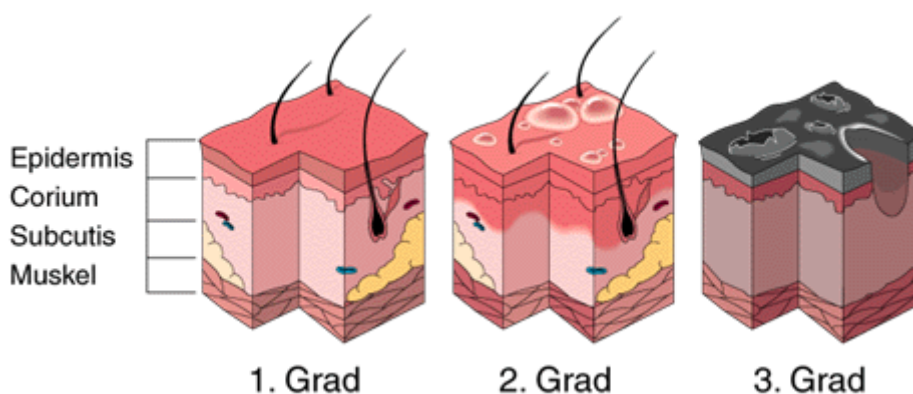
2. Sofortmaßnahmen

- Kühle sofort ausgiebig mit nass-kalten Tüchern und zwar solange bis die Schmerzen deutlich nachlassen. Dies dauert 30 - 60 min.
- Leichte Verbrennungsfälle werden nach der Kühlung mit Flammazine verbunden.
- Beginne in schwereren Fällen sofort die Flüssigkeitssubstitution mit Jomosteril. Der Flüssigkeitsbedarf wird dabei nach der Parkland Formel abgeschätzt:

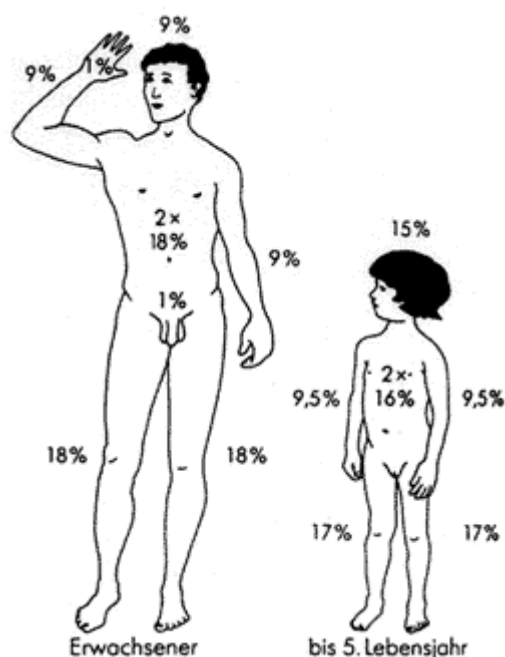
?? ml Jomosteril für erste 24h = Verbrannte Fläche in % x kg KG x 4 ml/kg

- Verwende grosslumige periphere Venenzugänge, falls dies nicht möglich ist, muss ein Jugularis- oder Femoralvenenkatheter eingelegt werden
- Lege bei ausgedehnten Verbrennungen einen Dauerkatheter
- Bei Verdacht auf ein Inhalationstrauma sollen zusätzlich Thorax-Rx, ABGA und CoHb. Bei Bedarf durch ein EKG ergänzt werden
- Cave bei Elektrounfällen: tiefe Gewebnekrosen – Compartmentsyndrom!
- Die Schmerztherapie umfasst neben intensivem Kühlen vor allem den frühzeitigen und grosszügigen Einsatz von Morphin i.v. Dieses wird am besten 5mg-weise bis zur Schmerzfreiheit auftitriert. In schweren Fällen soll das Schmerzmanagement von der Anästhesie übernommen werden.
- Bis zum Eintreffen des Oberarztes UCH sollen folgende Verbandsmaterialien bereitgestellt werden:
- Flammazine Crème
- viele sterile Gaze-Longuetten und elastische Netzverbände

3. Abschätzung der verbrannten Körperoberfläche



Schweregrad	Befund	Pathophysiologie
1. Grad (»superficial«)	Erythem, lokales Ödem, keine Narbenbildung	Hyperämie, Vasodilatation
2. Grad (»partial thickness«) a) oberflächliche dermale Verbrennung	Blasenbild. unter Epidermis Rötung wegdrückbar feuchter Wundgrund keine Narbenbildung	vereinzelt Epithelnekrosen
b) tiefe dermale Verbrennung	Blasenbildung, Schädigung weit ins Korium reichend, Rötung nicht wegdrückbar, trockener Wundgrund, Nadelstiche schmerzhaft, Narbenbildung, spontane Regeneration möglich	Denaturierung von Proteinen => weißliches Korium
3. Grad (»full thickness«)	Nekrosen, Schorfbildung, keine Schmerzempfindlichkeit Narbenbildung fehlende Rekapilisierung häufig Kontrakturen und Keloidbildung	Koagulationsnekrosen, Zerstörung der gesamten Haut und Hautanhangsgebilden
4. Grad	Verkohlung des Gewebes	



Als Indikationen für die Verlegung in ein Verbrennungszentrum gelten:

- Verbrennung > 30% KOF 2. und 3. Grades,
- bei Kindern bereits Verbrennungen von 10–15% KOF 2.–3. Grades
- Verbrennungen des Gesichts,
- Inhalationstrauma mit kutanen Verbrennungen,
- schwere Elektroverbrennungen, schwere chemische Verletzungen.

Die Verlegung in eine Spezialklinik kann über die Zentrale Anlaufstelle Schwerbrandverletzter TU Hamburg, Telefon: (0 40) 28 82-39 98 oder 39 99, Fax: (0 40) 24 86 56 47 erfolgen.

Tab. 3 Behandlung der Verbrennungsgrade

Schweregrad	Therapie
1. Grad	ambulant, Kühlung, Kaltwasserbehandlung, Salbenverband
2. Grad	
a) oberflächliche dermale Verbrennung	ambulant möglich, Kühlung, Kaltwasserbehandlung, Blasenabtragung, Salbenverband mit z. B. Flammazine®, Betaisodona®, Bepanthen®, Geliperm® oder Hydrokolloidverband
b) tiefe dermale Verbrennung	Kühlung, Kaltwasserbehandlung, frühe operative Versorgung z. B. durch tangentielle Nekrektomie und Spalthauttransplantation

Verbrennungen spez.

I. Stromunfälle

Allgemeines

- Stromverbrennungen sind charakterisiert durch Hautverbrennungen **und** tiefe Muskelschäden
- Die oberflächliche Verbrennung gibt keinen Anhalt über das Ausmass des tiefen Muskelschadens
- auch ohne ausgedehnte Verbrennungszeichen kann eine massive Muskelnekrose vorliegen
- Elektrounfälle sind oft mit kardialen Rythmusstörungen assoziiert ê bei Arrhythmien ist eine Monitorisierung evt. sogar auf OPI für 24 hunbedingt notwendig
- Neurologische Ausfälle sind häufig

Therapie und Diagnose

1. Flüssigkeitssubstitution wie bei klassischen Verbrennungen
2. Lege einen Dauerkatheter (Urinmenge mind. 50 – 100 ml/h), bei Hämaturie oder Myoglobinurie sollte die Diurese 100 – 150 ml/h betragen. Gebe notfalls 12.5 g Mannitol i.v., um die Diurese zu forcieren
3. Bei Hämaturie denke an ausgedehnten Muskelschaden (Kompartmentsyndrom !)

4. Um das Ausmass des Muskelschadens genau zu bestimmen kann ein Technetium Pyrophosphate 99 Muskel-Scan durchgeführt werden
5. Beginne mit einer Antibiose bei Muskelnekrosen (i.v. Antibiose gegen An- **und** Aerobier)
6. Frühzeitiges Debridement bei Muskelnekrosen
7. Vermeide die Verabreichung von Lokalanästhetika
8. Fundoskopie und Spaltlampenuntersuchung der Augen ist obligatorisch

Blitzschlag

1. Die Ein- und Austrittstellen, sowie die Position und Erdung des Patienten bestimmen das Ausmaß der Verletzungen
2. Blitzschläge haben charakteristische Hautverletzungen zur Folge, aufgrund der subcutanen Ausbreitung weisen sie gewundene oder serpentinenförmige Formen auf
3. Der Tod erfolgt häufig durch Atem- oder Herzstillstand
4. Deswegen beginne sofort mit der Stabilisierung der Kardio-Pulmonalen Situation des Patienten
5. Selten sind tiefe Gewebeschäden oder schwere Verbrennungen vorhanden
6. sonstige Therapie wie bei Stromunfällen

Verbrennungen bei Kindern

1. Etwa 1/3 der Verbrennungsunfälle betrifft Kinder unter 15 Jahre und 1/3 aller tödlichen Verbrennungsunfälle betrifft Kinder
2. 10% der Verbrennungen bei Kindern sind Folge von Misshandlungen

Oesophagus

- Säuren: Koagulationsnekrose, grösster Schaden im Magen
- Laugen: Kolliquationsnekrose, grösster Schaden im Oesophagus

1. Therapie

- keine Magenspülungen oder Emetika (Gefahr von Perforationen), keine Antidote.
- Intravenöse Flüssigkeitssubstitution. Nüchtern lassen bis Ausmaß des Schadens klar. Bei Ausgedehnten Schäden TPN.
- Oesophago-Gastroskopie (flexibles Instrument) innerhalb von 12 h (Erhebung des Ausmasses der Schädigung)
- bei schweren Verätzungen Breitspektrumantibiotika und Antimykotika für 10 Tage (?), sowie Steroide für 3 Wochen (initial 4x200 mg Hydrocortison, später po. Prednison 1 mg/kg/d) (Tel. Tox. Zentrum)!
- Kontrastmitteldarstellungen (Oesophagus-Magenpassage) nach 10 Tagen, sowie Verlaufskontrollen in monatlichen Abständen

2. Batterie Ingestion

Alle Batterien enthalten KOH. Bei Leck einer verschluckten Batterie besteht die Gefahr von Verätzungen. Quecksilberbatterien können bei Leck Hg-Vergiftungen verursachen.

Vorgehen: Beobachten, Endoskopische oder chirurgische Entfernung, falls nach 24 h immer noch im Magen, ebenso bei V.a. Leck.

Noteingriffe

I. Intubation

Material

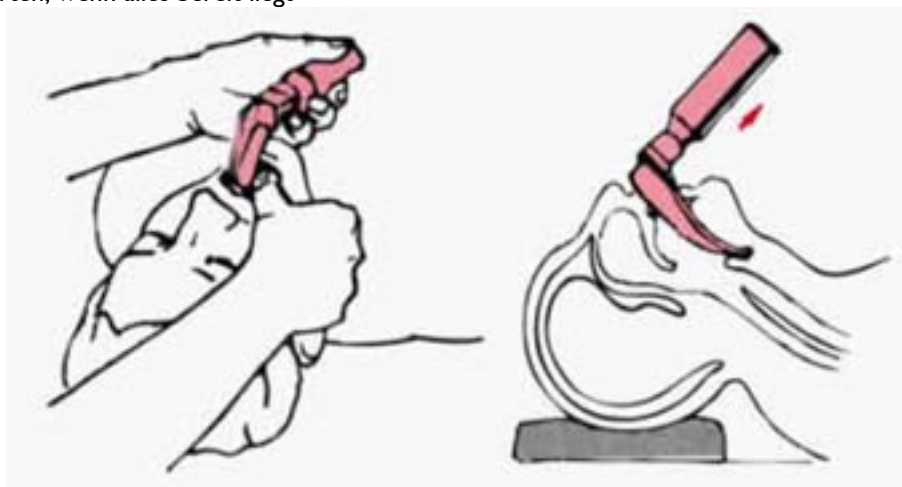


- Eine starke Absaugpumpe muss immer griffbereit liegen.
- **Anschluss für den Beatmungsbeutel bereithalten.**

- Ladezustand der Batterien im Laryngoskop **zum Prüfen 1 min aufgeklappt lassen!!**
- Kinder bis zu 10 Jahren werden nur in Ausnahmefällen mit Cuff-Tubus intubiert. Subglottischer Durchmesser enger als bei Erwachsenen. CAVE: Schleimhautschwellung nach Extubation.
- Notfallintubation heißt **immer** Verwendung eines Führungsdrahts. Er sollte nicht zu dick, zu starr, aber immer kunststoffummantelt sein und distal nicht aus dem Tubus herausragen. Der Führungsdraht muss mit Gel geschmiert werden.
- Im Notfall meistens keine nasotracheale Intubation. CAVE: Epistaxis, Schädelhirntrauma.

Vorbereitung

- Wenn möglich Assistenz durch einen erfahrenen Helfer
- Ausrüstung auf Vollständigkeit überprüfen, sich nicht auf andere verlassen!
- Laryngoskop aufklappen, aufgeklappt liegen lassen, um Batteriezustand zu überprüfen
- Trachealtubus passender Größe aussuchen (Erwachsene: Männer 8.0-8.5, Frauen 7-7.5. Kinder: Größe des Kleinfingers des Kindes). Cuffdichtung mit Blockerspritze überprüfen, dann Luft wieder ablassen
- Während der Vorbereitungen Patienten mit Maske und Beatmungsbeutel mit Sauerstoff gut präoxygenieren.
- Unterlage unter den Kopf (Schnüffelstellung)
- Erst starten, wenn alles bereit liegt



Durchführung

1. Kopf in Schnüffelposition, Laryngoskopspatel und Trachea werden in eine Linie gebracht.
2. Bei Verdacht auf HWS Verletzung Inline Stabilisierung des Halses durch Helfer. Keine HWS Reklination
3. Mund des Patienten mit der rechten Hand öffnen; falls vorhanden, Zahnprothesen entfernen.
4. Laryngoskopspatel im rechten Mundwinkel einführen und Zunge nach links drücken. (Lippen nicht zwischen Zähne und Spatel einklemmen).
5. Spatel unter kontinuierlicher Sicht bis an den Zungengrund vorschieben, dabei am Handgriff nach caudal-oben ziehen (CAVE: Schneidezähne).
6. Epiglottis mit dem gebogenen Spatel indirekt anheben: Aryknorpel und Stimmbänder werden sichtbar.
7. Lage des Tubus: cuff unterhalb der Stimmbänder, Tubusspitze 2-3 cm über Carina bei Erwachsenen

Probleme

- Stimmbänder können nicht eingestellt werden: Kopflagerung überprüfen. Druck auf Cricoid!
- CAVE: Prolongierte erfolglose Intubationsversuche bei Atemstillstand. Gefahr von Hypoxämie und Kreislaufstillstand. Rechtzeitig Beatmung mit Maske.
- Beim nicht völlig relaxierten oder nicht tief bewußtlosen Patienten kann die Manipulation mit Laryngoskop und Tubus Erbrechen provozieren (Absaugvorrichtung).
- Bei Erbrechen:
 1. Sofortige Trendelenburg-Lagerung
 2. keine Beatmung
 3. Pharynx absaugen
 4. Intubation
 5. Trachea absaugen
 6. Beatmen

Merke:

- *Notfallpatienten gelten immer als nicht nüchtern. d.h. wegen der*
- *Gefahr des Erbrechens ist immer die Rapid Sequence Induction oder Schnellintubation anzustreben.*

- *Nicht nur die Aspiration während des Intubationsversuchs gefährdet den Notfallpatienten, sondern auch die durch diese Manipulation provozierte Hirndruckerhöhung bei einem Schädel-Hirn-Traumatisierten.*
- *Beides kann nur durch schnelle Intubation verhindert werden.*

Lagekontrolle

1. Nach der Intubation sofort Cuff aufblasen.
2. Bei erster Beatmung auskultatorische Kontrolle der Tubuslage: Magen, linke und rechte Thoraxseite (Beatmung seitengleich?)
3. Expiratorische CO₂ Kontrolle

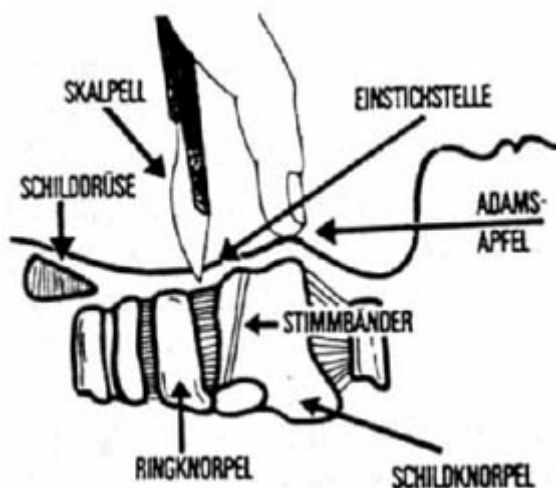
Schnellintubation = Rapid Sequence Induction

1. Absauger betriebsbereit
2. Anti-Trendelenburg Lagerung (ca 30° Oberkörper-Hochlagerung ohne Abknickung)
3. Präoxygenierung 100% O₂ mit Maske während mindestens 3 Minuten.
4. Induktionsmedikamente: Etomidate 0,3 mg/kg, dann Succinylcholin 1 mg/kg und Alfentanyl (nicht Fentanyl) 10-15 µg/kg.
5. Krikoid Druck, um Ösophagus zu komprimieren
6. Beim Schädel-Hirnverletzten ev. 1mg/kg Lidocain zusätzlich injizieren
7. Nun Intubation **ohne** vorherige Maskenbeatmung nach Eintreten der Medikamentenwirkung (ca. 60 sec) = rapid sequence induction.
8. Cricoid Druck erst aufheben, wenn Tubuslage intratracheal verifiziert ist.

2. Cricothyreoidotomie (Koniotomie)

Indikation

Ateminsuffizienz bei oberer Atemwegsverlegung und Undurchführbarkeit der Intubation



3. Tracheotomie

Die Tracheotomie hat keinen Platz in Notfallsituationen! In einer akuten Notfallsituation sollte immer der Cricothyreoidotomie der Vorzug gegeben werden.

Die Indikation besteht bei:

- Gesichtsschädelverletzungen
- Laryngeale oder tracheale Verletzungen
- Respiratorische Insuffizienz, wenn langdauernde Beatmung zu erwarten ist
- Langzeit-Bewusstlose mit Kopfverletzungen

4. Thorakotomie

1. Überlebensrate der Front-room Thorakotomie weniger als 5%.
2. Indikationen:
 - a) Offene Herzmassage bei penetrierendem (stumpfen?) Trauma
 - b) Akute Verschlechterung bei penetrierender Thorax Wunde oder massiver akuter Blutung durch Thoraxdrain (> 1500 ml ?, instabiler Kreislauf)
 - c) Verdacht auf Verletzung von grossen Gefässen im Thorax
 - d) Klinischer Verdacht auf Luftembolie wegen Verletzungen des Lungenparenchyms oder Hilus
 - e) Cross clamping der Aorta descendens
 - f) Kritische Herztamponade

g) Bei **stumpfem** Trauma ist die Indikation zur Schockraum-Thorakotomie nur gegeben bei vorhandenen Vitalzeichen am Unfallort oder im Schockraum oder massiver Verschlechterung / Herzstillstand im Schockraum.

3. Technik der Thorakotomie

- Inzision unterhalb der linken Brustwarze, 4. oder 5. ICR. Bei Frauen im Bereich der inframammillären Falte.
- Stumpfes (oder mit Schere) Durchtrennen der Intercostalmuskulatur.
- Vorsicht bei der Durchtrennung der Pleura (Verletzung von Herz/Lunge)
- Eröffnen des Perikards vor (medial) dem N. phrenicus (Cave Verletzung)
- Bei Verletzung des Herzens ev. „Clamshell“ Inzision (Erweiterung nach rechts)
- Abklemmen der Aorta descendens: Mit einer Klemme wird beidseits der Aorta die Pleura gespreizt und die Aorta wird mit dem Zeigefinger umfahren (Cave: Interkostalarterien und Ösophagus)

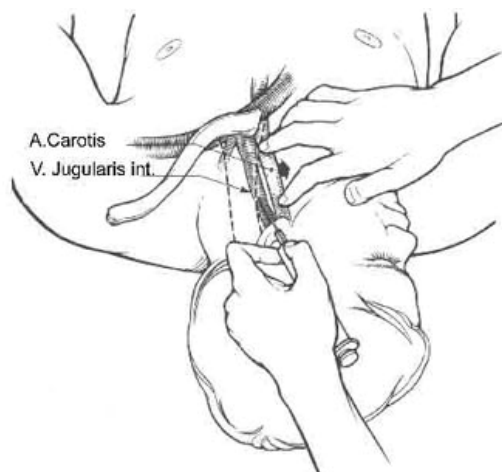
5. Zugang venös

a) Vena subclavia Katheterisierung

Der Patient wird in die Trendelenburg-Position gebracht, um eine bessere Venenfüllung zu erreichen und die Gefahr einer Luftembolie zu reduzieren. Eine 14 Gauge-Kanüle auf einer Spritze wird unter dem Mittelpunkt der Clavicula eingeführt und in Richtung Jugulum weitergeführt. Wenn die Vene erreicht ist wird ein Widerstandsverlust registriert und Blut aspiriert. Die Spritze wird dekonnektiert und ein 16 G-Katheter über einen zuvor durch die Nadel eingeführten Führungsdraht geschoben. Der Katheter wird durch Annähen an die Haut gesichert. Die Lagekontrolle kann durch intraluminäre EKG Ableitung (Silberfussmethode) durchgeführt werden. (Beim klinischen Verdacht eines Pneumothorax, der typischerweise erst nach Stunden auftritt, muss eine Röntgenkontrolle erfolgen)



b) Vena jugularis interna

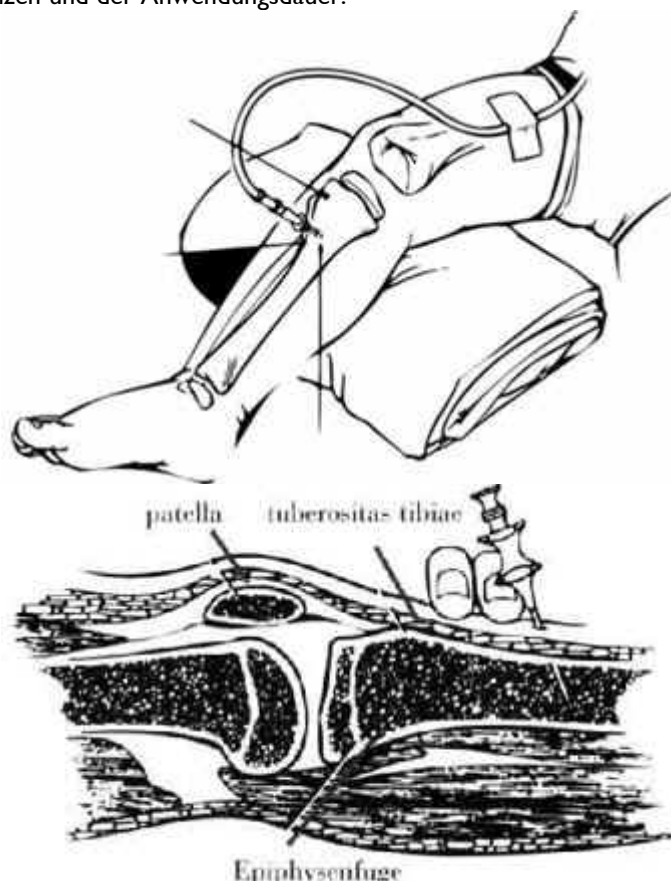


Der Patient wird in die Trendelenburg-Position gebracht, um eine bessere Venenfüllung zu erreichen und die Gefahr einer Luftembolie zu reduzieren. Eine 14 Gauge-Kanüle auf einer Spritze wird unter und hinter dem dem Sternomastoid eingeführt, 1-2 cm hinter seinem Mittelpunkt, und auf das Sternoclaviculargelenk ausgerichtet. Wenn die Jugularvene punktiert und Blut aspiriert ist wird ein 16 G-Katheter über einen zuvor durch die Nadel eingeführten Führungsdraht geschoben. Der Katheter wird durch Annähen an die Haut gesichert. Die Lagekontrolle kann durch intraluminäre EKG Ableitung (Silberfussmethode) durchgeführt werden. (Beim

klinischen Verdacht eines Pneumothorax, der typischerweise erst nach Stunden auftritt, muss eine Röntgenkontrolle erfolgen).

c) Intraossäre Kanülierung

Der Notfallzugang, im Säuglings- und Kleinkindesalter (bis 6. Jahr). Die Methode wird heute in den "Standards and Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Care" empfohlen, wenn ein venöser Zugang nicht auf andere Weise schnell geschaffen werden kann. Sie ist auch von Ungeübten innerhalb kürzester Zeit mit hoher Erfolgsquote durchführbar. Punktiert wird am besten mit speziellen Punktionsnadeln. Bei Säuglingen kann man notfalls auch normale Injektionskanülen verwenden. Die intraossäre Punktion erlaubt die Injektion und Infusion aller auch intravenös applizierbaren Medikamente und Infusionslösungen. Die injizierten Substanzen sind innerhalb einer Minute zentralvenös nachweisbar und wirksam. Auch eine rasche Volumensubstitution ist möglich. Die Komplikationsrate der intraossären Injektion ist äußerst gering. Sehr selten kommt es zur Extravasation. Das Auftreten von Knochen- und Knochenmarksveränderungen oder einer Osteomyelitis, ist abhängig von der Art der verwendeten Substanzen und der Anwendungsdauer.



Vorgehen

- 1) Bein unter dem Knie unterpolstern
- 2) Punktionsstelle definieren: 1-3 cm distal der Tuberositas tibiae nach medial in die Mitte zwischen Vorder- und Hinterkante der Tibia
- 3) Desinfizieren, sterile Handschuhe
- 4) Bein zwischen Daumen und übrigen Fingern fixieren
- 5) Punktion senkrecht zur Haut bis zum Knochenkontakt
- 6) Punktion des Knochens drehend schraubend mit senkrecht zur Haut gehaltener Nadel. Nach 1-2 cm plötzlicher Widerstandsverlust
- 7) Blut aspirieren zur Lagekontrolle
- 8) Leichte Injektion von Kochsalz möglich?
- 9) Nadel federnd im Knochen fixiert?
- 10) Nadel steril umpolstern, Infusionsleitung fixieren

6. Halsimmobilisation

Anlegen des **Halskragens sobald** als möglich. Gewisse Schulen empfehlen das Anlegen sogar vor einer allfälligen Intubation (erfordert erfahrenen Intubator!). Bei jeglichem Intubationsmanöver soll die HWS durch einen Helfer stabilisiert werden, um gefährliche Reklinationsbewegungen zu vermeiden. Bei entsprechender klinischer Erfahrung kann eine blinde nasale Intubation versucht werden. Als Alternative kommt allenfalls eine Coniotomie in Betracht.

Der Patient darf nur **en bloc** durch mindestens 4 Helfer mobilisiert werden, wobei die Achse Kopf-Hals-Stamm stabil bleiben muss. Das alleinige Fixieren der HWS genügt nicht! Kommandos erteilt derjenige Helfer, welcher den Halsschienengriff ausübt. Anheben und Umlagerung des Verletzten sowie Anlegen des Halskragens erfolgen unter kontinuierlichem, leichtem axialem Zug. Auf eigene stabile Position achten: Knien ist besser als kauern! Die HWS-Stabilisation erfolgt mit dem Halsschienengriff, wobei die rechte Hand den Nacken unterstützt, die linke Hand den Kopf gegen den rechten Vorderarm fixiert.

- 1) Bei Verdacht auf Verletzung der Halswirbelsäule wird der Patient schonend angehalten, ruhig liegen zu bleiben und jede aktive Bewegung zu unterlassen.
- 2) Mit dem Halsschienengriff wird eine genügende Stabilisierung möglich und eine gefährliche Achsenknickung oder Drehbewegung zwischen Kopf und Rumpf vermieden
- 3) Während mit der rechten Hand auf der Schulter abgestützt wird und die Finger den Nacken umfassen, wird mit der linken Hand der Kopf festgehalten und an den rechten Unterarm geschient.
- 4) Noch besser ist die Fixierung durch das Anlegen eines Spezialkragens. Auch hier findet für die Bergung der Halsschienengriff Anwendung.

Trauma im Alter

I. Generelle Probleme

- 1) Höhere Mortalität und Morbidität, längere Hospitalisationen und mehr Körperbehinderungen als jüngere Patienten mit vergleichbaren Verletzungen.
- 2) Die Ursache der Verletzung liegt oft in einem Sturz oder einem Verkehrsunfall. Schliesse als ursächliche (oder begleitende) Faktoren einen Myokardinfarkt, einen zerebrovaskulären Infarkt, epileptische Krämpfe oder Hypoglykämien aus.
- 3) Konsequenzen des Alters:
 - a. Tendenz zu schwereren und mehreren Frakturen. Der Spinalkanal ist häufig verengt.
 - b. Geschwächte Immunabwehr und schlechtere Wundheilung ist polykausal, aber oft Folge einer Malnutrition. Herabgesetztes relatives Körpergewicht.
 - c. Herabgesetzte kardiale Fähigkeiten, auf endo- oder exogene Signale mit Steigerung der Auswurfsleistung zu reagieren.
 - d. Herabgesetzte pulmonale Entfaltungsmöglichkeit, Vitalkapazität, erniedrigte Sauerstoffpartialdrucke, erhöhtes Residualvolumen.
 - e. Erniedrigte glomeruläre Filtrationsrate (GFR), Kreatininclearance und Konzentrationsfähigkeit der Niere. Niedrigere Toleranz gegenüber Hypotonie und nephrotoxischen Medikamenten.
 - f. Cerebrale Atrophie. Subduralhämatome manifestieren sich klinisch spät.
 - g. Grössere Möglichkeit von vorbestehenden Erkrankungen, deshalb häufig unter langjähriger Medikation.
 - h. Limitierte physiologische Reserven. Schnelle Verschlechterung des Allgemeinzustandes. Schnelles aggressives Monitoring ist absolut erforderlich.
- 4) Zusätzliche internmedizinische Untersuchungen und Verordnungen grosszügig indizieren.

2. Spezielle Probleme

- 1) Atemwege: Cave Prothesen!
- 2) Atmung: flail chest ev. schwierig zu diagnostizieren wegen Rigidität des Thorax. Schmerztherapie ist schwierig bei multiplen Rippenfrakturen (Epiduralanästhesie dringend empfohlen).
- 3) Kreislaufsystem:
 - Blutdruck und Pulse sind ev. nicht verlässliche Parameter (Herzkrankheit, cardiovask. Medikation).
 - Chronische Anwendung von Diuretica kann mit einem intravaskulären Volumenverlust einhergehen. Hypervolämie kann rasch zu Herzinsuffizienz führen.
 - Erniedrigte Sauerstofftransportkapazität. Liberale Indikation von Bluttransfusionen.
- 4) Verletzungen:
 - a. Epiduralhämatome sind selten.
 - b. Subduralhämatome sind 3 bis 4 mal häufiger als bei jungen Verletzten.
 - c. Die Rehabilitation ist erschwert.
- 5) Exposition:
 - a. Hypothermie tritt schneller auf und ist schwieriger zu behandeln.

3. Häufige Fehler

- Das Risiko bei relativ kleinen Traumen wird unterschätzt. Intensives Monitoring ist äusserst wichtig.
- Relativ harmlose Rippenfrakturen können zu einer Pneumonie und/oder zu einer respiratorischen Insuffizienz führen. Intensives Monitoring (Sauerstoffpartialdrucke, Blutgase), grosszügige Indikation für Periduralanästhesie.
- Subdurale Hämatome manifestieren sich klinisch oft erst viel später als bei jungen Patienten: Deshalb grosszügige CT-Indikation

Trauma beim Kind

I. Physiologische Unterschiede zum Erwachsenen

Atmung/Kreislauf (Normalwerte)

- **Säugling/Kleinkind**
 - Puls: 160
 - BD: 80
 - Atemfrequenz: 40
- **(Vor)schulkind**
 - Puls: 120
 - BD: 90
 - Atemfrequenz: 30
- **Jugendlicher**
 - Puls: 100
 - BD: 100
 - Atemfrequenz: 20

Rascheres Auftreten einer Hypothermie wegen relativ grösserer Körperoberfläche

Biegsame Knochen: Innere Verletzungen ohne Vorhandensein von Frakturen

Abschätzen des Gewichtes: $2 \times \text{Alter} + 8 = \text{Gewicht in kg}$. (Grobe Richtwerte: einjährig 10 kg, zehnjährig 30 kg)

2. Primary Survey

Vorgehen gemäss A-B-C-D-E wie beim Erwachsenen.

a) Airway / Breathing

- Kleinkinder sind Nasenatmer: Nase freihalten, Magensonde oral einlegen!
- Bei verlegter Nase oft Schwierigkeit der Maskenbeatmung durch Zunge die am Gaumen klebt: Guedel einlegen !
- primär oro-tracheale Intubation (Ausnahme: falls Kinder intubiert auf Intensivstation gehen -> nasotracheal)
- bis 8 jäh. ungecuffte Tuben verwenden, die ein gewisses Leck zwischen Tubus und Trachea zulassen müssen
- (i.d.R. Leck bei 25 - 30 mbar), sonst Umtubation wegen Gefahr der Schleimhautschädigung und -schwellung nach Extubation
- Tubusgrößen: Frühgeburt 2.5, Neugeborenes (<3kg) 2.5 - 3.0, Säuglinge 3.0 - 3.5, danach Tubus ID = $4 + \text{Alter(j)}/4$.
- Cave: Je kleiner das Kind desto grösser die Gefahr der einseitigen Intubation; (Trachea beim Neugeborenen nur 4 cm lang !)
- bei Neugeborenen ev. gerader Laryngoskopspatel benützen und Epiglottis aufladen
- keine Koniotomie bei Kindern unter 6 Mt (sehr schwierig bis zum ca. 8. Lebensjahr).
- HWS Beurteilung auf Rx ist schwierig: ein Anteroglisement von C2 auf C3 ist normal, ebenso ein vergrößerter Zwischenraum zwischen C1 und Dens

b) Circulation

- Pulskontrolle: A. brachialis (Carotis schwieriger zu tasten)
- Periphere Rekapillarisation als klinischer Parameter für Volumenstatus und Cardiac Output noch wichtiger als beim Erwachsenen
- klinische Schockzeichen (BD,P, graues Colorit) erst bei ca. 25 % Volumenverlust!
- Venöse Zugänge: Bei schwierigen Verhältnissen und schockiertem Kind keine Zeit verlieren: rasch Intraosärnadel einlegen (s.u.)
- Keine Femoralvenenkatheter (Thrombosegefahr mit Verlust der UE)
- Volumenersatz: initialer Bolus 20 ml/kg warme Kristalloidlösung, wenn ungenügender Effekt 1x wiederholen, wenn immer noch ungenügend Kolloide oder EK (10ml/kg Boli) je nach Bedürfnissen
- **Merke: Blutvolumen beim Kind: Neugeborenes: 90 ml/kg, Säugling/Kleinkind 80 ml/kg, Erwachsene 70 ml/kg**
- Soll Effekt von 4ml/kg Erythrozytenkonzentrat: Hb Anstieg um 1 g%, 7ml/kg FFP Quick Anstieg um 10%

c) Disability

Modifiziertes GCS bei Kleinkindern (Augen offen, geschlossen etc wie bei Erwachsenen):

Verbale Antwort	Score
Adäquate Worte, Lächeln, Fixieren und Folgen mit Blick	5
Weinen, kann getröstet werden	4
Persistierende Irritabilität	3
Unruhig, agitiert	2
Keine	1
 Motorik	
normale Spontanbewegungen	6
gezielte Abwehr bei Schmerzreiz	5
Abwehr-Flexion bei Schmerzreiz	4
Massenbewegung (ungezielte Flexion)	3
Strecken	2
Keine	1

3. Spezielles bei Schädel- Thorax und Abdominaltrauma**a) SHT**

- Kinder erholen sich i.d.R: besser als Erwachsene
- Kinder tolerieren ICP Erhöhung besser als Erwachsene bei offenen Fontanellen (Palpation der Fontanelle zur Abschätzung des ICP)
- Drainagewürdige intrakranielle Hämatome sind weniger häufig
- Galeaverletzungen und Epiduralhaematome können bei Kleinkindern zu relevantem Blutverlust führen
- Erbrechen und Krampfanfälle sind bei Kindern häufig

b) Thoraxtrauma (Unterschiede zum Erwachsenen)

- Rippenfrakturen seltener, wenn vorhanden Indikator für schweres Thoraxtrauma
- Lungen- und Herzkontusion häufiger
- Aortenruptur seltener

c) Abdominaltrauma

- Evaluation gleich wie beim Erwachsenen
- Konservative Therapie der Milzruptur bei Kind erfolgreicher als beim Erwachsenen.

Schwangerschaft**I. Spezielle Probleme**

- Das Blutvolumen ist im dritten Trimenon bis zu 40-50% erhöht. Das verletzte Opfer kann bis zu 1/3 ihres Blutvolumens verlieren ohne Auftreten von signifikanten hämodynamischen Veränderungen. Relative Anämie von 11-13 g/l
- Durch das Vena-cava-Kompressionssyndrom durch den vergrößerten Uterus wird der venöse Rückfluss behindert. Durch linkslaterale Seitenlagerung kann dieses Problem verhindert werden.
- Verletzungen der unteren Extremitäten bluten stärker als üblich.
- Risiko der Placenta-Lösung. Diese Diagnose muss bei allen schwangeren Frauen mit vaginaler Blutung und/oder hartem, dolentem Uterus ausgeschlossen werden (Ultraschall, Cardiotokografie). Cave protrahiertes Einsetzen der Lösung; langfristige, kontinuierliche Ueberwachung.
- Risiko der Isoimmunisierung. Alle Rhesus-negativen Schwangeren sollen Immunglobuline (Anti- D SRK) erhalten.
- Risiko einer Fruchtwasserembolie.
- Hohe fetale Mortalität, auch bei moderaten mütterlichen Traumen (bei schweren Traumen mit hypovolämischem Schock ist die Mortalität > 80%).
- Das Risiko einer perioperativen Aspiration ist höher als üblich (hypotoner Gastrointestinaltrakt durch Progesteronwirkung).

2. Untersuchungen

- 1) Schwangerschaftstest bei allen verletzten Frauen im reproduktiven Alter!
- 2) Kein indiziertes CT soll wegen einer Schwangerschaft zurückgestellt werden. Nach Möglichkeit abdominaler Röntgenschutz.
- 3) Falls eine diagnostische Peritoneallavage indiziert wird, muss diese supraumbilical und offen durchgeführt werden.
- 4) Routinemässige Ultraschalldiagnostik von Uterus und Fetus.
- 5) Sofortiges gynäkologisch-geburtshilfliches Konsilium.
- 6) Routinemässiges Kardiotokogramm bei fortgeschrittener Schwangerschaft.

3. Therapie

- 1) Routinemässige Sauerstoffadministration.
- 2) Linkslaterale Seitenlage. Bei harter Unterlage muss diese durch Unterlegen eines Sandsackes oder aufgerollten Tüchern nach links gekippt werden.
- 3) Sofortige und aggressive intravenöse Flüssigkeitsadministration.
- 4) Immunglobulin-Prophylaxe bei allen Rhesus-negativen Schangeren.
- 5) Perimortale Sectio caesarea bei mütterlichem Herzstillstand bei einem Gestationsalter > 26 SSW.

4. Übliche Fehler

- Unterschätzen des Blutverlustes wegen der anfänglich stabilen vitalen Zeichen. Bei fortgeschrittener Schwangerschaft kann auch ein Blutverlust von bis zu 1500 ml ohne Blutdruckabfall verlaufen.
- Aufschieben von notwendigen Röntgenaufnahmen oder CT-Untersuchungen wegen der Schwangerschaft.
- Unterschätzen der kindlichen Mortalität auch bei leichten mütterlichen Traumen.

OA Kumle AIM / LOA Sprunk UCH
10.06.2007